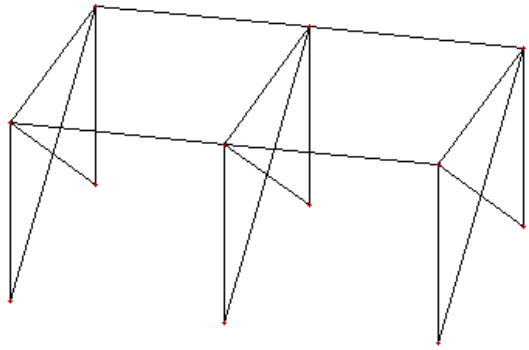
9. EJEMPLOS

NOTA: En los siguientes ejemplos se adoptó la siguiente convención de definir el inicio y la fin de la barra de la estructura: por ejemplo,la notación (0,0,6) (8,0,6) significa que el inicio de la barra está ubicado en el nudo con coordenadas x = 0.0, y = 0.0, z = 6.0, la fin de la barra está ubicado en el nudo con coordenadas x = 8.0, y = 0.0 y z = 6.0. En este caso, el separador entre las coordenadas sucesivas es vírgula ',' . El separador se define en el sistema operativo Windows.

9.1 Estructura 3D (Con el uso de esquemas de *Robot Millenium*)

Este ejemplo muestra la definición, el análisis y el diseño de un simple pórtico 3D de acero ilustrado en la figura de abajo.

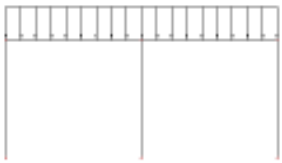
Unidades de los datos: (ft) y (kip).
Norma : LRFD
Materiales : Españoles



A la estructura proyectada se han asignado cuatro casos de carga, tres de ellos se despliegan en los dibujos de abajo.

CASO DE CARGA 2

CASO DE CARGA 3



CASO DE CARGA 4

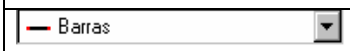
Durante la definición de la estructura se aplican las reglas siguientes:

- El hecho de elegir cualquier icono significa que el dicho icono es presionado con el botón izquierdo del ratón,
- (x) - selección de la opción ' x' en la ventana del diálogo o introducción del valor 'x',
- **Clic.B.Izq.** y **Clic.B.Der.** – estas abreviaturas significan lo mismo que hacer clic respectivamente con el botón izquierdo o derecho del ratón

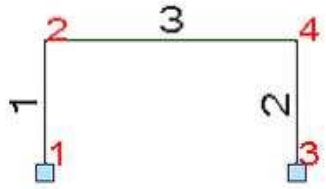
Para empezar la definición de la estructura en el sistema ***Robot Millenium***, presione el icono apropiado o seleccione el comando de la barra de tareas). La ventana de la viñeta (descrita en el capítulo 2.1) se desplegará en la pantalla. Debe seleccionarse el último icono de la primera fila (Pórtico 3D).

NOTA: en este ejemplo se ha usado el banco de datos de perfiles americanos (AISC).

9.1.1. Definición del Modelo de Estructura

OPERACIÓN EFECTUADA	DESCRIPCIÓN
 **Modelo/Barras**	Selecciona el esquema **Barras** de la lista de esquemas disponibles en el programa ***Robot Millenium***
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de Barra** y seleccione 'Columna' **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección** y seleccione W 14x211	Selecciona las propiedades de la barra. Se usa una sección del banco de datos americano (AISC) Nota: Si el perfil W 14x211 no es accesible en la lista, hay que presionar el botón que se encuentra a la altura del campo *Sección* y, en el cuadro de diálogo **Nueva sección**, añade este perfil a la lista de los perfiles activos.
Clic.B.Izq. en el campo **Inicio** (el color del fondo cambia en verde)	Inicia la definición de las barras de la estructura (columnas). Definición de barras en la estructura (columnas de la estructura).
En los campos **Inicio** y **Fin**, entre las coordenadas de los puntos siguientes: (0;0;0) (0;0;10) (20;0;0) (20;0;10) **Agregar**	Define dos columnas del pórtico.

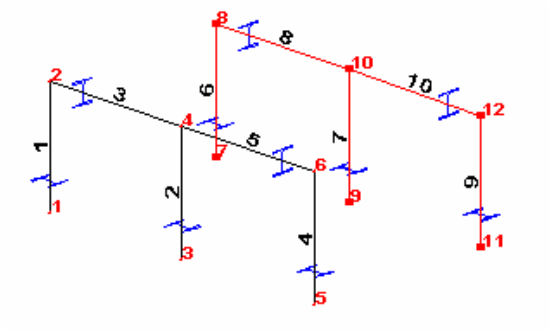
En el cuadro de diálogo **Barra**, **Clic.B.Izq.** en el campo **Tipo de barra**, seleccione 'Viga' **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección** y seleccione (W 12x190)	Inicio de la definición de una viga y selección de sus propiedades. Se usa una sección del banco de datos de la sección americano (AISC). Nota: Si el perfil W 12x190 no es accesible en la lista, hay que presionar la tecla ... que se encuentra a la altura del campo *Sección*. En el cuadro de diálogo **Nueva sección,** añade este perfil a la lista de los perfiles activos.
Clic.B.Izq. en el campo **Inicio** (el color del fondo cambia en verde)	Inicio de la definición de las vigas en la estructura.
Entre los siguientes puntos en los campos de edición **Inicio** y **Fin**. (0;0;10) (20;0;10) **Agregar**	Define una viga.
Clic.B.Izq. en el campo para la selección de los esquemas del sistema ***Robot Millenium*** **Modelo / Apoyos**	Selecciona el esquema que permite definir un apoyo.
En el cuadro de diálogo **Apoyo**, **Clic.B.Izq.** en el campo **Selección actual** en la ficha **Nudo**.	Selecciona los nudos de la estructura para los que se definirán apoyos.
Pase al visor gráfico. Apretando el botón del ratón izquierdo seleccione con la ventana todos los nudos de las columnas inferiores	En el campo **Selección actual** serán introducidos los nudos seleccionados (nudos 1 y 3).
En el cuadro de diálogo **Apoyo** seleccione el icono de apoyo **empotrado** (el icono será resaltado)	Selecciona el tipo de apoyo.
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	El tipo de apoyo seleccionado se asignará a los nudos de la estructura escogida; la estructura definida se despliega en el dibujo de abajo.
Clic.B.Izq. en el campo para la selección del esquema **Modelo / Inicio** del sistema ***Robot Millenium***	Selección del esquema **Inicio** del sistema ***Robot Millenium*** NOTA*:* *Si la estructura no está visible en la pantalla, haga clic en el icono Vista inicial* .



CTRL+A	Selecciona todas las barras.
Edición / Transformar / Simetría vertical	Efectúa la simetría vertical de las barras seleccionadas.
En modo gráfico, localice el eje de simetría vertical en el lugar de la columna de derecha (x = 20), **Clic.B.Izq.**, **Cerrar**,	Realiza la simetría vertical de las barras seleccionadas. Cierra el cuadro de diálogo **Simetría vertical**.
Clic.B.Izq. en la ventana para la selección del esquema de ***Robot Millenium*** **Modelo / Cargas**	Selecciona el esquema de ***Robot Millenium*** que permite la definición de cargas aplicadas a la estructura.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** localizado en el cuadro de diálogo **Casos de carga**	Define una carga muerta con un nombre PERM1 normal.
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo** (Viento)	Selecciona el tipo de viento de caso de carga.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo**	Define dos casos de carga del viento con los nombres estándar VIENTO1 y VIENTO 2
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo** (carga de explotación)	Selecciona el tipo de caso de carga viva.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Define una carga de explotación con un nombre estándar EXPL1.
	La carga por peso propio será aplicada automáticamente en la primera fila a todas las barras de la estructura (en la dirección Z).
Clic.B.Izq. en el segundo campo en la columna **Caso**, seleccione de la lista el caso de carga: 2 VIENTO1	Define cargas para el segundo caso de carga.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna de Tipo de carga, Seleccione el tipo de carga (fuerza nodal)	Selección del tipo de carga.

Clic.B.Izq. en el campo en la columna **Lista**. En modo gráfico, seleccione el nudo superior de la columna izquierda	Selecciona los nudos a los que una carga de fuerza nodal se aplicará.
Clic.B.Izq. en el campo "FX =" Entre el valor: (50.0)	Selecciona la dirección y el valor de la carga con fuerza nodal.
Clic.B.Izq. en el tercer campo en la columna **Caso**, Seleccione de la lista el caso de carga 3 VIENTO2	Define cargas para el tercer caso de carga.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna **Tipo de carga**. Seleccione la carga uniforme	Selecciona el tipo de carga (carga uniforme).
Clic.B.Izq. en el campo en la columna **Lista**, Seleccione gráficamente la columna derecha	Selecciona las barras a las que la carga uniforme se aplicará.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna "PX =" Entre el valor: (-10.0)	Selecciona la dirección y el valor de la carga uniforme.
Clic.B.Izq. en el cuarto campo en la columna Caso, Seleccione de la lista el caso de carga 4 EXPL1	Define cargas para el cuarto caso de carga.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna de **Tipo de carga**, Seleccione la carga (**uniforme**)	Selecciona el tipo de carga (sobrecarga uniforme).
Clic.B.Izq. en el campo en la columna **Lista**, Seleccione gráficamente los dos tramos de viga (barras n.° 3 y 5)	Selecciona las barras a las que la carga uniforme se aplicará.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna “PZ =“ Entre el valor: (-2.0)	Selecciona la dirección y el valor de la carga uniforme.
Clic.B.Izq. en el la ventana gráfica **Vista**	
CTRL + A	Selecciona todas las barras de la estructura.
Mientras el espectador gráfico con el modelo de la estructura es activo, seleccione en el menú el comando **Edición / Transformar / Translación**	Abre el cuadro de diálogo **Translación**

Clic.B.Izq. en el campo (dX, dY, dZ), (0;24;0)	Define el vector de translación.
Clic.B.Izq. en el campo **Número de Repeticiones** (1)	Define el número de repeticiones para la operación de translación realizada.
Ejecutar **Cerrar**	Traslada la columna y cierra el cuadro de diálogo **Translación** (procede al próximo paso para ver cambios).
Ver / Proyección / 3d xyz	Selecciona la visualización de la estructura isométrica (observe el dibujo desplegado abajo).
Clic.B.Izq. en el campo para la selección del esquema del sistema ***Robot Millenium*** **Módelo / Barras**	Selecciona el esquema de ***Robot Millenium*** que permite la definición de las barras.



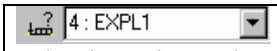
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de Barra** Seleccione “Viga”. **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección** Seleccione (W 14x211)	Selecciona las propiedades de la barra. Se usa el banco de perfiles americanos (AISC). Nota: Si el perfil **W 14x211** no es accesible en la lista, hay que presionar la tecla que se encuentra a la altura del campo *Sección* En el cuadro de diálogo **Nueva sección**, añade este perfil a la lista de los perfiles activos**.**
Clic.B.Izq. en el campo **Inicio** (el color del fondo cambia en verde)	Inicio de la definición de las barras en la estructura.
En los campos **Inicio** y **Fin** entre en los puntos siguientes (40,0,10) (40,24,10)	Define una viga entre los nudos 6 y 12 de la estructura.

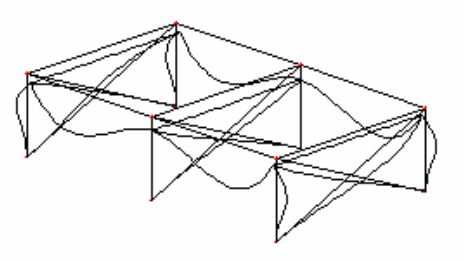
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de barra** y seleccione el tipo : ***Barra*** **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección** y seleccione el tipo **L 4x4x0,25**	Selección de las características de la barra Se usa la sección del banco de datos americano (AISC). Nota: Si el perfil **L 4x4x0,25** no es accesible en la lista, hay que presionar la tecla ... que se encuentra a la altura del campo *Sección*. En el cuadro de diálogo **Nueva sección,** añade este perfil a la lista de los perfiles activos.
Clic.B.Izq. en el campo **Inicio** (el color del fondo cambia en verde) (40;0;10) (40;24;0) (40;24;10) (40;0;0)	Definición de arriostramientos.
Clic.B.Izq. en la ventana para la selección de esquemas del sistema ***Robot Millenium*** **Módelo / Inicio**	Selecciona el esquema inicial del sistema ***Robot Millenium***
Clic.B.Izq. en el visor **Vista de la estructura**; Seleccione tres barras recientemente definidas (viga y arriostramientos) – mientras la tecla CTRL se aprieta, **Clic.B.Izq.** en las tres barras.	
Edición / Transformar / Translación	Abre el cuadro de diálogo **Translación**.
Clic.B.Izq. en el campo **(dX, dY, dZ)**, (-20;0;0)	Define el vector de translación.
Clic.B.Izq. en el campo **Número de repeticiones** (2)	Define el número de repeticiones de la operación de translación.
Ejecutar **Cerrar**	Translación de las barras seleccionadas Cierre el cuadro de diálogo **Translación**.

9.1.2. Análisis de la estructura

Clic.B.Izq. en la ventana para la selección de los esquemas del sistema ***Robot Millenium*** **Resultados / Resultados**	Inicia los cálculos para la estructura definida. Una vez que los cálculos se completan, el esquema **Resultados** del ***Robot Millenium*** estará abierto. La pantalla será dividida en tres partes: un visualizador gráfico que contiene al modelo de la estructura, el cuadro de diálogo **Diagramas** y una tabla con valores de las reacciones.

9.1.3. Análisis de los resultados

 Seleccione el caso de carga 4: EXPL1	Selección de la presentación de los resultados para el cuarto caso de carga.
Seleccione la pestaña **Deformación** en el cuadro de diálogo **Diagramas**. Active la opción **Deformación**.	Selección de la presentación de la deformación de la estructura para el caso de carga seleccionado.
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	Presentación de la deformación de la estructura (vea el dibujo de abajo). De una manera similar, se puede presentar los diagramas de otros valores disponibles en el cuadro de diálogo **Diagramas**.

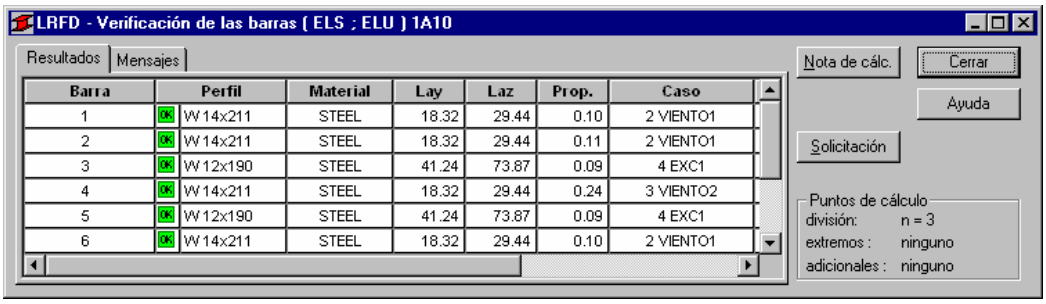


Desactive la opción **Deformación** en el cuadro de diálogo **Diagramas**	
En la tabla **Reacciones**, **Clic.B.Izq.** en el campo **FZ**	La columna FZ entera está resaltada.
Formato / Alinear / Centrar **Formato / Fuente / Negrita**	Modifica el aspecto de la presentación del resultado para la fuerza Fz.
Clic.B.Der. en la tabla **Reacciones**	Llama al menú contextual.
Columnas.	Selecciona la opción **Columnas** para abrir el cuadro de diálogo de selección de valores a presentar en la tabla.
Clic.B.Izq. en la etiqueta **Apoyos**, Seleccione la opción **Descripción de Apoyo**. **OK**	(El desplazamiento a la izquierda para alcanzar la etiqueta **Apoyos**). La tabla presentará una columna adicional con códigos de los apoyos definidos en la estructura (por ejemplo, ffffff - empotramiento, fffIll – rótula).

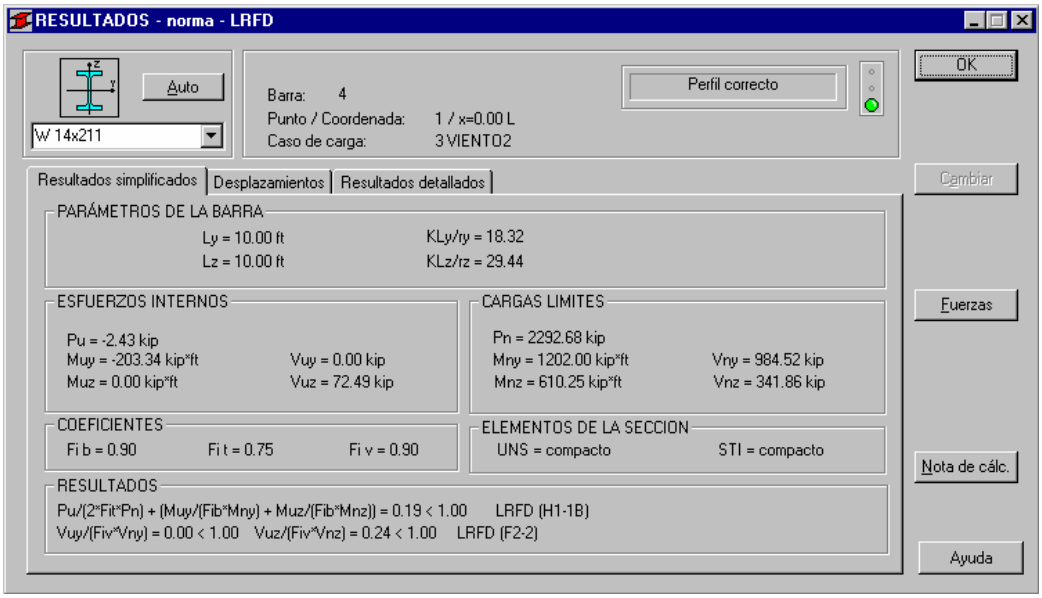
9.1.4. Dimensionamiento en Acero

Norma: LRFD

Clic.B.Izq. en el campo de selección de esquemas del sistema ***Robot Millenium*** **Dimensionamiento / Barras de Acero/Aluminio (dim.)**	Inicia el diseño de piezas de acero. La pantalla será dividida en tres partes: un visor gráfico que contiene el modelo de la estructura, las ventanas de diálogo **Definiciones** y **Cálculos**.
Clic.B.Izq. sobre el botón **Lista** en la línea **Verificación piezas** de la ventana **Cálculos**	Abre el cuadro de diálogo **Selección de barras**.
Entre en 1 al 10 en el campo localizado encima del botón **Precedente**. **Cerrar**.	Selecciona las piezas para la verificación.
Clic.B.Izq. en el botón **Selección de Casos de Carga** en el cuadro de diálogo **Cálculos**	Abre el cuadro de diálogo **Selección de casos de carga**.
Clic.B.Izq. en el botón **Todo Cerrar**	Selecciona todos los casos de carga.
Clic.B.Izq. en el botón **Calcular**	Inicia la verificación de las piezas seleccionadas; El cuadro de diálogo **Verificación de las barras** será desplegado en la pantalla.



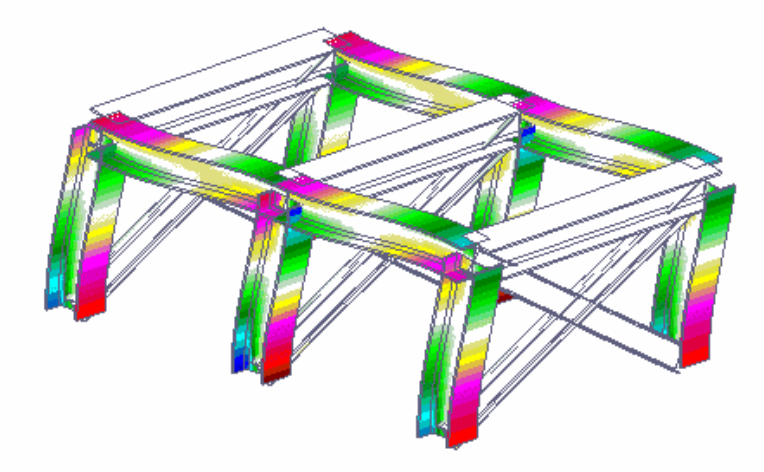
Clic.B.Izq. en la fila que contiene resultados simplificados para la barra N.° 4	Abre el cuadro de diálogo **RESULTADOS** para la pieza seleccionada.
Clic.B.Izq. en la pestaña **Resultados simplificados**	Despliega los resultados del diseño para la barra N° 4 (vea la ventana del diálogo presentada abajo).



Cerrar las ventanas **Verificación de Barras** y **Resultados**	

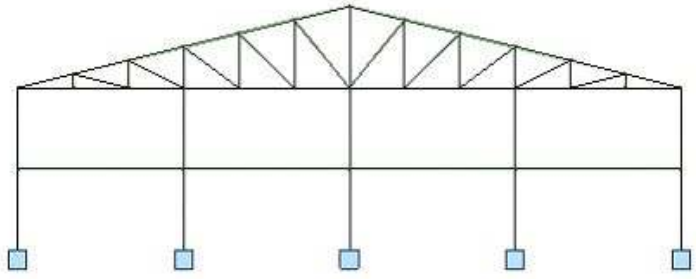
9.1.5. Análisis de tensiones

Clic.B.Izq. en el campo de selección de esquemas del sistema ***Robot Millennium*** **Resultados/ Análisis de tensiones – Estructura**	Inicio del análisis de tensiones en la estructura. La pantalla será dividida en tres partes: • visor gráfico conteniendo el model de la estructura, • cuadro de diálogo ***Tensiones en la estructura*** • tabla de resultados ***Tensiones en la estructura***.
En la barra de selección, seleccione el caso de carga 2: VIENTO1	Selección del segundo caso de carga
En la pestaña *Diágramas* del cuadro de diálogo ***Tensiones en la estructura*** seleccione la opción *Max* disponible en la zona *Mises* En la pestaña *Mapas – Deformación*, seleccione la opción *Deformación* **Aplicar**	Inicio de los cálculos y presentación de los valores de las tensiones en las barras de la estructura (la tabla muestra los valores de las tensiones apropiadas).
Pase a la ventana con la vista de la estructura. En el menú, seleccione el comando : *Ver / Proyección / 3d xyz*	Selección de la vista axonométrica de la estructura.
Pase a la tabla *Tensiones en la estructura* En el menú, seleccione el comando *Ver* / *Zoom dinámico 3D*	Selección de la vista 3D que permite mostrar la structura con las formas de los perfiles y con los mapas detallados de tensiones sobre estos perfiles (la estructura definida con las tensiones seleccionadas está representada abajo).

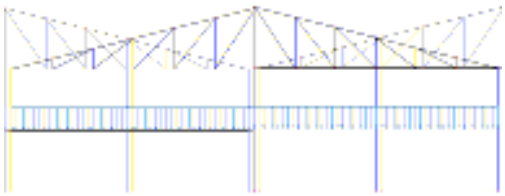


9.2. Diseño de Estructuras en 2D (Sin usar Esquemas de Robot Millenium)

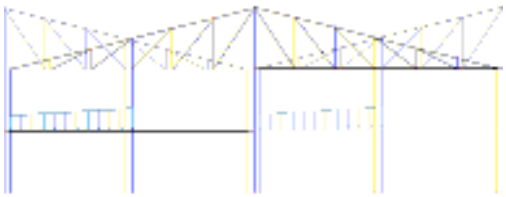
Este ejemplo se usa para mostrar la definición, análisis y diseño para un pórtico 2D simple ilustrado en la figura de abajo. La estructura se compone de un pórtico de hormigón armado y de una celosía generada usando la biblioteca de estructuras típicas disponible en el sistema ***Robot Millenium***.
Unidades de los datos: (ft) y (kip).
Materiales : españoles



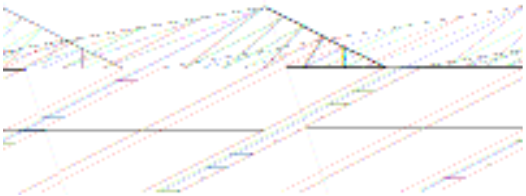
Cuatro de cinco casos de carga aplicados a la estructura están representados en el dibujo de abajo.



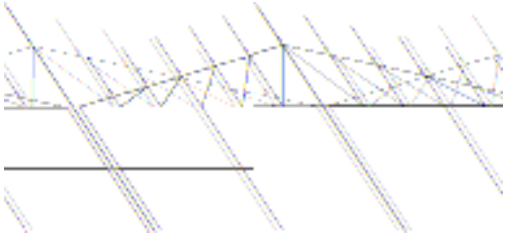
CASO DE CARGA 2



CASO DE CARGA 3



CASO DE CARGA 4



CASO DE CARGA 5

Las siguientes reglas se aplicarán durante la definición de una estructura:

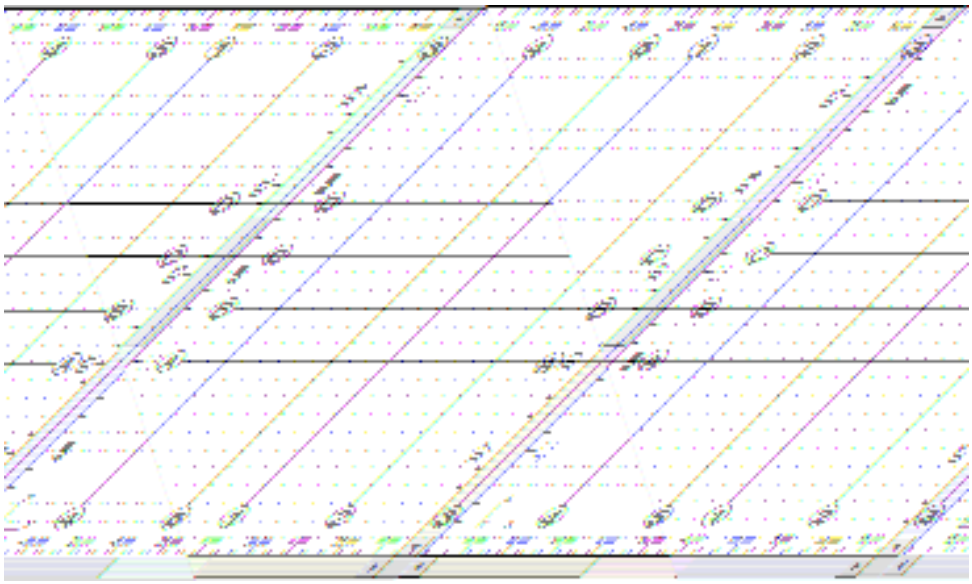
- cualquier símbolo del icono pertinente se aprieta con el botón izquierdo del ratón,
- (x) las posiciones para la selección de la opción 'x' en la ventana del diálogo o introducción de los valores ´x´
- **Clic.B.Izq.** y **Clic.B.Der.** Respectivamente, presionar el botón izquierdo o derecho del ratón.

Para empezar la definición de una estructura en el sistema ***Robot Millenium*** (presionar el icono apropiado o selecciona el comando en la barra de tareas). La ventana descrita en el capítulo 2.1 se desplegará en la pantalla y el primer icono (Pórtico 2D) debe seleccionarse.

NOTA: en este ejemplo se ha usado el banco de datos americano (AISC).

9.2.1. Definición del Modelo de Estructura

OPERACIONES REALIZADAS	DESCRIPCIÓN
	Inicio de la definición de las líneas de construcción. El cuadro de diálogo **Líneas de construcción** aparece en la pantalla.
En la etiqueta **X**: Posición: (0) Número de repeticiones: (4) Distancia: (18) Numeración: (1, 2, 3...)	Define los parámetros de las líneas de construcción verticales.
Clic.B.Izq. en el botón **Insertar**	Se han definido las líneas de construcción verticales.
Clic.B.Izq. en la etiqueta Z	Definición de los parámetros de las líneas de construcción horizontales.
En la etiqueta **Z**: Posición: (0) Número de Repeticiones: (3) Distancia: (9) Numeración: (A, B, C...)	Define parámetros de las líneas de construcción horizontales.
Clic.B.Izq. en el botón **Insertar**	Se han definido las líneas de construcción horizontales.
Clic.B.Izq. en los botones: **Aplicar**, **Cerrar**	Crea las líneas de construcción definidas y cierra el cuadro de diálogo **Líneas de construcción**. Se desplegarán líneas de construcción en la pantalla, como en la figura siguiente.

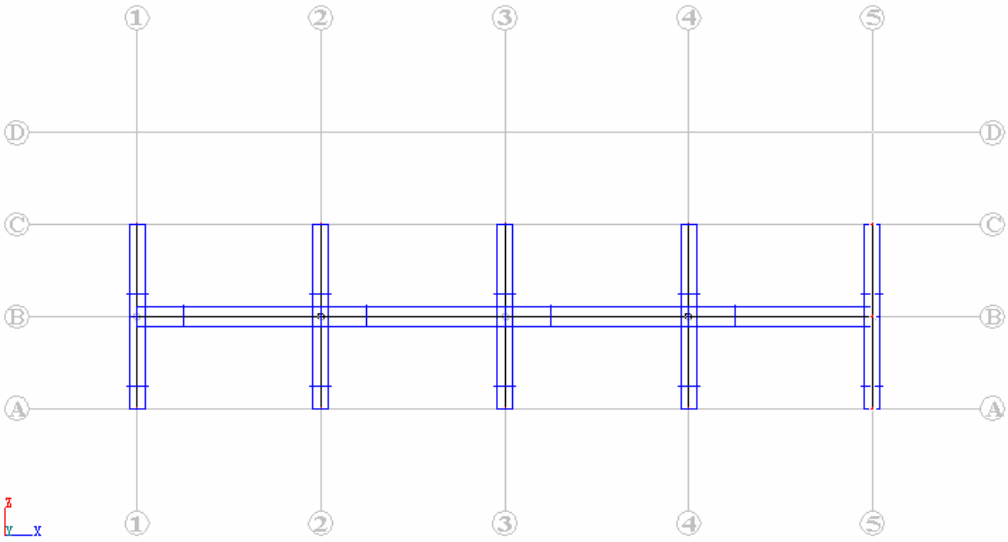


9.2.1.1. Definición de barras de estructura

	Abre el cuadro de diálogo **Sección**.
	Abre el cuadro de diálogo **Nueva Sección**.
Seleccione la familia de perfiles en I En el campo de selección, elija la sección W 8x10 **Agregar**	Define una nueva sección. Se usa una sección del banco de datos americano (AISC). Nota: Si el perfil W 8x10 no es accesible en la lista, hay que presionar el botón que se encuentra a la altura del campo *Sección* y, en el cuadro de diálogo **Nueva sección**, añade este perfil a la lista de los perfiles activos.
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de perfil**, seleccione la opción viga (h. arm.). En el campo **Nombre** entre B R18x24 En les campos siguientes, entre h = (24) en., b = (18) en. **Agregar**, **Cerrar**	Define la sección de la viga de hormigón armado.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Sección**.

	Abre el cuadro de diálogo **Barra**.
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de barra**, seleccione la Columna de hormigón **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección** y selecciona el tipo: (C R18x18)	Selecciona propiedades de la barra. Nota: Si la sección C R18x18 no es disponible, hay que agregarla.
Clic.B.Izq. en el campo **Inicio** (el color del fondo cambia en verde)	Inicio de la definición de las barras de la estructura (columnas de la estructura).
Entre las coordenadas de los puntos siguientes en los campos **Inicio** y **Fin**. (0;0) (0;9) (0;9) (0;18)	Define las dos primeras barras localizadas en la estructura en el eje número 1.
Clic.B.Der. en el punto cualquiera del cuadro de diálogo con la vista de la estructura y seleccione del menú contextual el comando **Seleccionar**	Abre le menú contextual y pasa a la selección. El cursor del ratón aparecerá en forma de “una mano”.
CTRL+A	Selecciona todas las barras. Recuerda activar primero la ventana **Vista**.
Edición / Transformar / Translación	Abre el cuadro de diálogo **Translación**.
Clic.B.Izq. en el campo (dX, dZ), (18;0) **Clic.B.Izq.** en los campos: Incremento de numeración – nudos (1) Incremento de numeración – elementos (1)	Define el vector de translación y el incremento de numeración para los nudos y barras.
Clic.B.Izq. en el campo **Número de Repeticiones** (4)	Define el número de repeticiones para ejecutar la operación de translación.
Ejecutar, **Cerrar**	Efectúa la translación de las columnas; Cierro del cuadro de diálogo **Translación**.

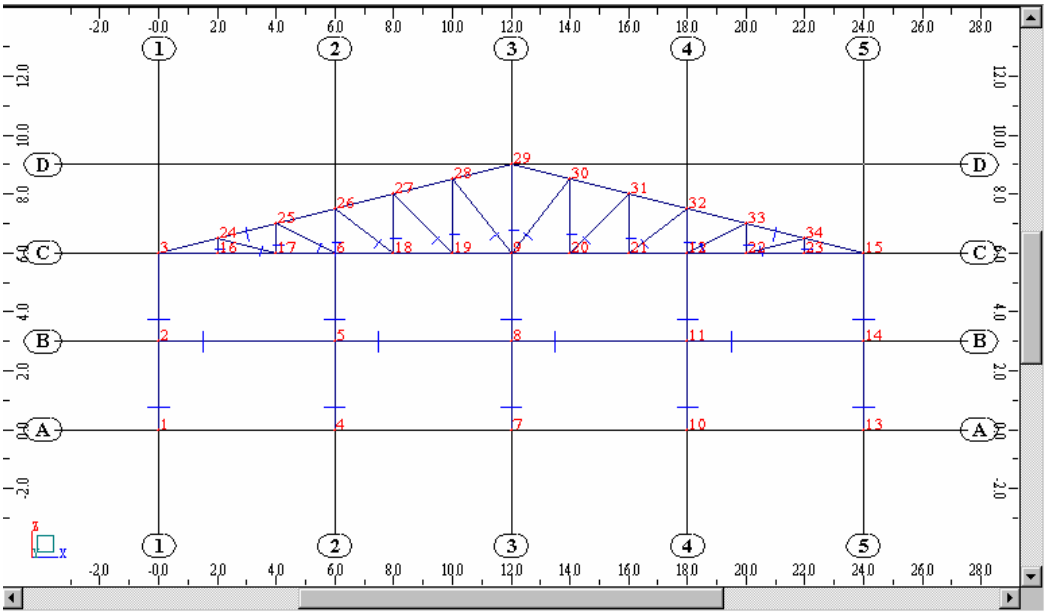
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de Barra** en el cuadro de diálogo Barras, seleccione la Viga de hormigón armado **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección**, seleccione (B18x24)	Inicia la definición de vigas en la estructura y selecciona sus propiedades.
Clic.B.Izq. en el campo **Inicio** (el color del fondo cambia en verde)	Inicia la definición de las barras de la estructura.
(0,9) (18,9) (18,9) (36,9) (36,9) (54,9) (54,9) (72,9)	Define la viga R/C localizada en la línea de construcción B.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Barra**.
Ver/Atributos	Abre el cuadro de diálogo **Visualizar atributos**.
Seleccione la etiquetas **Perfiles** – Active la casilla **Esquemas Aplicar**	La opción permite presentar las formas de las secciones para las barras definidas. En la pantalla parecerán las barras presentadas en la figura de abajo.



9.2.1.2. Definición de estructura importada desde la biblioteca

Ver/Atributos	Abre el cuadro de diálogo **Visualizar atributos**

En la pestaña **Sección** desactive la casilla **Esquema** En la pestaña **Estructura**, active la opción **Números de nudos** **Aplicar, OK**	
	Abre el cuadro de diálogo **Estructuras Tipo** Inicio de la definición de una estructura tipo.
Clic.B.Izq. (doble clic-pulse el botón) en el icono (el primer icono en la última fila)	Selecciona una celosía triangular de tipo 1. Aparece en el cuadro de diálogo **Insertar estructura** donde pueden definirse parámetros de la celosía.
Clic.B.Izq. en el campo **Longitud L** en la etiqueta **Dimensiones** (72)	Define la longitud de la celosía (también puede definirse gráficamente en el visor gráfico).
Clic.B.Izq. en el campo la **Altitud H** (9)	Define la altura de la celosía (también puede definirse gráficamente en el visor gráfico).
Clic.B.Izq. en el campo **Número de Paneles** (12)	Define el número de paneles en los que la celosía será dividida.
Clic.B.Izq. en la etiqueta **Insertar**	
Clic.B.Izq. en campo **Punto de inserción**, seleccione el nudo número 3 con las coordenadas siguientes (0;0;18)	Define el punto de inserción de la estructura.
Clic.B.Izq. en botón **Aplicar** **OK.**	Localiza la estructura definida en el lugar apropiado y cierra el cuadro de diálogo **Estructura Tipo**. La estructura definida se presenta en el dibujo de abajo.



Ver/Atributos	Abre el cuadro de diálogo **Atributos**.
En la etiqueta **Estructura**, desactive la opción **Números de nudos** En la etiqueta **Otras**, desactive la opción **Líneas de construcción** **Aplicar**, **OK**	
	Abre el cuadro de diálogo **Sección**.
Clic.B.Izq. en el campo **Línea/barras**, pase a la ventana gráfica y seleccione con ventana todas las barras de la celosía.	Selección de las barras de la celosía.
En el menú, seleccione el comando: **Estructura / Características / Barras** **Clic.B.Izq.** en el perfil W8x10	Selección de perfil que será aplicado a las barras seleccionadas. Nota: Si el perfil no está disponible, hay que agregarlo haciendo clic en el icono **Nueva sección**.
Clic.B.Izq. en la tecla **Aplicar**, **Cerrar**	Aplica el perfil W8x10 a todas las barras de la celosía y cierra el cuadro de diálogo.

9.2.1.3. Definición de los apoyos

	Abre el cuadro de diálogo **Apoyos**.
Clic.B.Izq. en el campo **Selección actual** en la ficha **Nudo**.	Selecciona los nudos de la estructura en los que se definirán apoyos.
Cambie al visor gráfico apretando el botón izquierdo del ratón; seleccione con ventana todos los nudos inferiores de las columnas	Selecciona los nudos: 1 A13CA3 Se añadirán al campo de la Selección Actual.
En el cuadro de diálogo **Apoyos**, seleccione el icono de apoyo empotrado (el apoyo se resaltará)	Selecciona el tipo de apoyo.
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	El tipo de apoyo seleccionado se asignará a los nudos de la estructura seleccionada.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Apoyo**.

9.2.1.4. Definición de casos de carga

	Abre el cuadro de diálogo **Casos de carga**.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Define una carga muerta con un nombre PERM1 normal.
Clic.B.Izq. en el campo **Naturaleza** (Explotación)	Selecciona la naturaleza de carga (carga de explotación).
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo**	Define dos casos de cargas vivas con los nombres EXPL1 y EXPL2.
Clic.B.Izq. en el campo **Naturaleza** (Viento)	Selecciona la naturaleza de caso de carga: viento.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Define un caso de carga normal de viento con un nombre VIENTO1.
Clic.B.Izq. en el campo **Naturaleza** (Nieve)	Selecciona el caso de carga de naturaleza: nieve.

Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo Cerrar**,	Define un caso de carga de nieve con un nombre estándar NIEVE1 y cierra el cuadro de diálogo **Casos de Carga**.

9.2.1.5. Definición de las cargas para los casos de cargas creados

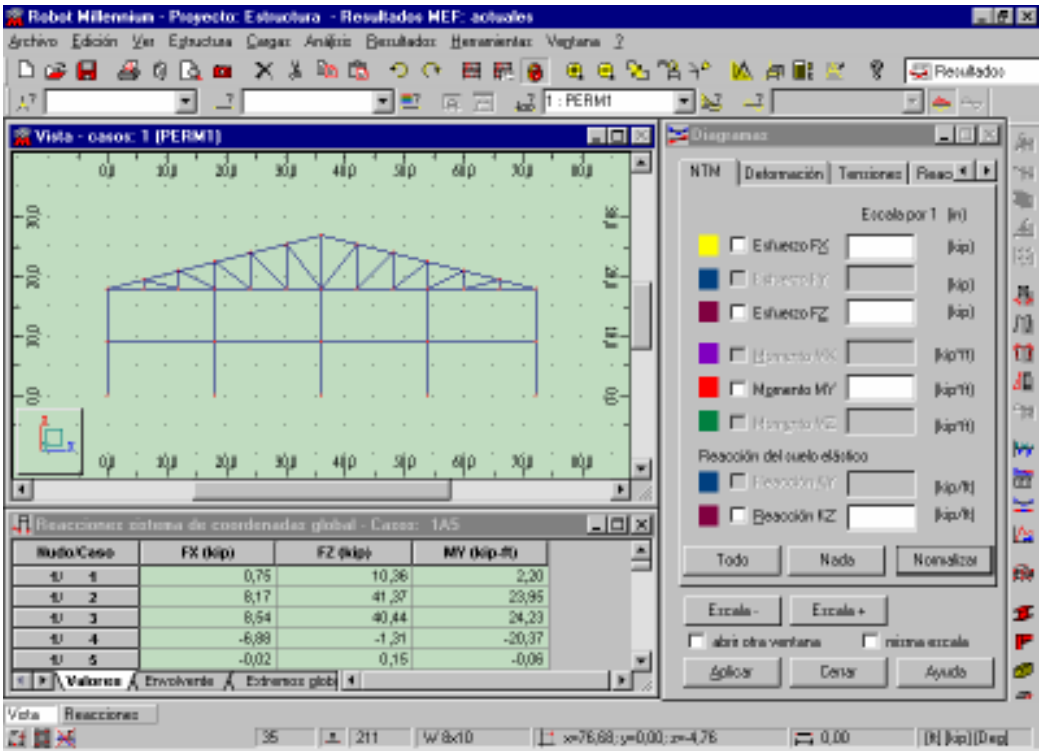
Cargas/Tabla – cargas	Abre una tabla para cargas que actúan en casos de cargas definidas.
, Ponga la tabla en la parte inferior de la pantalla que se ajusta a su anchura y al modelo de la estructura definido que se despliega.	Disminuye el tamaño de la tabla para que la definición gráfica de la carga sea posible. (Usted puede usar el comando **Ventana/Organizar ventanas** después de que la ventana de carga quede reducida)
	Carga muerta (dirección "-Z") automáticamente aplica a todas las barras de la estructura.
Clic.B.Izq. en el segundo campo en la columna **Caso**. Seleccione el segundo caso de carga EXPL1	Define cargas para el segundo caso de carga.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna de **Tipo de carga**, Seleccione la carga (uniforme).	Selecciona el tipo de carga.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna **Lista**, seleccione todas las vigas de hormigón armado en el visor gráfico (11A14)	Selecciona las barras a las que se aplicará la carga uniforme.
Clic.B.Izq. en el campo "PZ =" Entre el valor: (-5)	Selecciona la dirección y señal de la carga uniforme.
Selecciona la dirección y señal de la carga uniforme.	Define cargas para el tercer caso de carga.
Clic.B.Izq. en el tercer campo en la columna **Caso**. Seleccione el tercer caso de carga EXPL2	Define cargas para el tercer caso de carga.
Clic.B.Izq. en la columna de **Tipo de carga**, Seleccione la carga (trapezoidal 2p)	Selecciona el tipo de carga.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna **Lista**, Seleccione gráficamente en el visor gráfico el primer tramo izquierdo de la viga de hormigón armado (11)	Selecciona las barras a las que se aplicará la carga trapezoidal.

Clic.B.Izq. en el campo "PZ1 =" Entre el valor: (-4) **Clic.B.Izq.** en el campo X2 Entre el valor (1.0) **Clic.B.Izq.** en el campo "PZ2 =" Entra el el valor: (-6)	Selecciona la dirección y señal de la carga trapezoidal
Clic.B.Izq. en el próximo campo en la columna **Caso**, Seleccione el cuarto caso de carga VIENTO1	Define las cargas para el cuarto caso de carga.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna **Tipo de Carga**, Seleccione la carga uniforme	Selecciona el tipo de carga.
Clic.B.Izq. en el campo LISTA, Seleccione en modo gráfico la columna izquierda (barras 1 y 2)	Selección de las barras a las cuales la carga uniforme será aplicada.
Clic.B.Izq. en el campo PX y entra el valor (1.0)	Selecciona la dirección y el valor de la carga uniforme
Clic.B.Izq. en el campo en la columna **Caso**, Seleccione de la lista el caso de carga 5 : NIEVE1	Define cargas para el quinto caso de carga.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna **Tipo de Carga**, seleccione el tipo de carga fuerza nodal.	Selecciona el tipo de carga.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna **Lista**, Seleccione gráficamente en el espectador gráfico los nudos en los cordones superiores de la celosía (sin los nudos del borde) (nudos 24A34)	Selecciona los nudos a los que la carga de fuerza nodal se aplicará.
Clic.B.Izq. en el campo en la columna "FZ =" Entre en el valor: (-0.25)	Selecciona la dirección y el valor de carga.
Cierre la tabla **Cargas**	

9.2.2. Análisis de la estructura

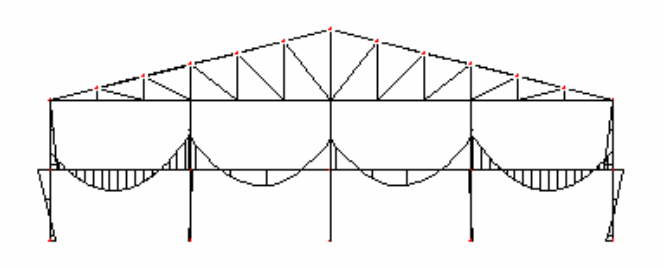
Herramientas / Preferencias para el proyecto	Abre el cuadro de diálogo **Preferencias del proyecto**

Análisis de la estructura	Selección de la opción **Análisis de la estructura** en el árbol en el cuadro de diálogo.
Método de solución de los sistemas de ecuaciones: sparse	Selección del método de solución de sistema de ecuaciones para la estructura definida.
OK	Acepta los parámetros establecidos y cierra el cuadro de diálogo **Preferencias del proyecto**
Clic.B.Izq. en la campo de selección de esquemas de ventanas del sistema Robot y seleccione **Resultados/Resultados**	Inicia los cálculos para la estructura definida. Una vez que los cálculos se completan, el esquema **Resultados** del sistema ***Robot Millenium*** estará abierto. La pantalla será dividida en tres partes (como se muestra en el dibujo de abajo): • un campo gráfico que contiene el modelo de la estructura, • cuadro de diálogo **Diagramas** • tabla con valores de las reacciones.

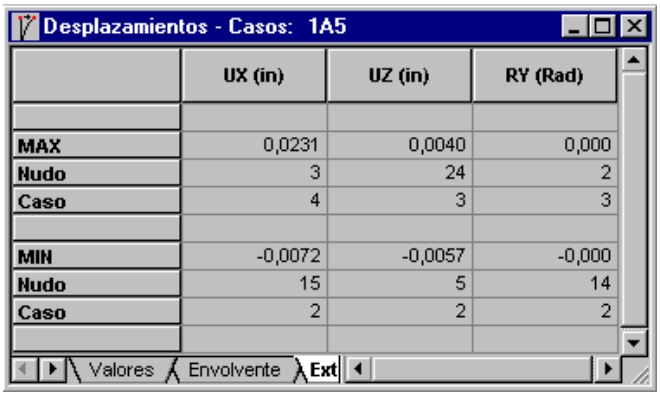


9.2.3. Análisis de los resultados

Clic.B.Izq. Tabla de Reacciones. Seleccione 2: EXPL1	Muestra los resultados para el segundo caso de carga.
Encienda la opción **Momento My** en la pestaña NTM en el cuadro de diálogo	Selecciona el momento de flexión para presentación de **My**.
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	Despliega un diagrama del momento de flexión para las barras de la estructura (vea el dibujo de abajo). De manera similar, los diagramas muestran otros valores disponibles del cuadro de diálogo **Diagramas**.



Desactive la opción *Momento My* en el cuadro de diálogo **Diagramas**, **Aplicar**	
	Abre la tabla de desplazamientos de los nudos de la estructura.
Clic.B.Izq. en la pestaña **Extremos globales** en la tabla **Desplazamiento de los nudos**	Muestra los desplazamientos máximos y mínimos calculados para los nudos de la estructura (véase el dibujo de abajo).



Desplazamientos - Casos: 1A5

	UX (in)	UZ (in)	RY (Rad)
MAX	0,0231	0,0040	0,000
Nudo	3	24	2
Caso	4	3	3
MIN	-0,0072	-0,0057	-0,000
Nudo	15	5	14
Caso	2	2	2

Valores | Envolvente | Ext

Clic.B.Izq. en la etiqueta **Valores**	
Clic.B.Der. en la tabla **Desplazamientos**	Abre el menú contextual.
Columnas	Abre el cuadro de diálogo de selección de las columnas en la tabla.
Clic.B.Izq. en la etiqueta **Generales**, Seleccione la opción **Coordenadas**, **OK**	Aparecen dos columnas adicionales que contienen las coordenadas de los nudos.
Cierre la tabla **Desplazamientos de Nudos**	

9.2.4. Diseño de elementos de hormigón armado

Norma EHE 98

Modelo / Inicio	El esquema de estructura **Inicio** es selecciona entre los esquemas ofrecidos por el sistema ***Robot Millenium***
Análisis / Dimensionamiento – elementos de hormigón armado / Dimensionamiento – barras de hormigón armado / Calcular	Se abre el cuadro de diálogo **Cálculos según la norma EHE 98**
En la zona Tipo de cálculos active la opción Dimensionamiento.	
Introduzca la lista de barras 1A14 en el campo **Calcular**	Selección de piezas que serán sometidas al proceso de dimensionamiento
Introduzca en la lista de los casos de carga ELU (1A5) aplicados a la estructura y usados en el dimensionamiento	Selección de todos los casos de carga
Para la opción **Calcular vigas** asuma los parámetros siguientes: vigas: en (5) puntos	Determinación de los puntos de los parámetros de cálculo del área teórica de refuerzo para las piezas seleccionados
Clic.B.Izq. en el botón **Calcular**	Se inician los cálculos del área teórica de refuerzo para las piezas seleccionadas de la estructura y los parámetros del cálculo adoptados. Una vez efectuados los cálculos, en pantalla aparecerá el editor del texto en el que se presentará para cada pieza, la información acerca de sus parámetros básicos y los resultados obtenidos en las secciones transversales seleccionadas.
Cerrar en el cuadro de diálogo **Informe de los cálculos de las barras de hormigón armado**	Muestra el cuadro de diálogo con las advertencias y errores de cálculo de la armadura teórica de las barras.
Resultados / Armadura / Armadura teórica - barras	Abre la tabla con los *Resultados de la armadura teórica en las barras*, en la que aparecerán los resultados de cálculo de la armadura teórica en las secciones seleccionadas de las barras de hormigón armado.
Cierre al editor del texto para los cálculos y el cuadro de diálogo **Cálculos según EHE 98**	

9.3. Losa de hormigón armado

Este ejemplo demostrará gradualmente cómo el usuario puede definir y analizar una losa simple con una apertura.

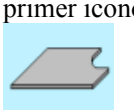
Unidades de los datos: (m) y (kN).
Norma : EHE 98
Materiales : Españoles

Se generará y analizará una lámina con un agujero.
La lámina se compondrá de elementos concretos.
Se presentarán todos los pasos exigidos.
Se definirán tres casos de carga (peso propio y dos cargas de explotación.

Durante la definición de la estructura se aplicarán las reglas siguientes:

- cualquier símbolo del icono es relevante, significa que el icono pertinente se aprieta con el botón izquierdo del ratón,
- (x) las posiciones para la selección del 'x' en la opción o ingresando los 'x' valores,
- **Clic.B.Izq.** y **Clic.B.Der.** – son las abreviaciones para **L**eft **M**ouse button **Clic** ya el **R**ight **M**ouse button **Clic**.

Para iniciar la definición de estructura en el sistema ***Robot Millenium***, presionar el icono apropiado o seleccione el comando apropiado.
La ventana (descrita en el capítulo 2.1) se desplegará en la pantalla y el) debe seleccionarse primer icono en la segunda fila (Placa).



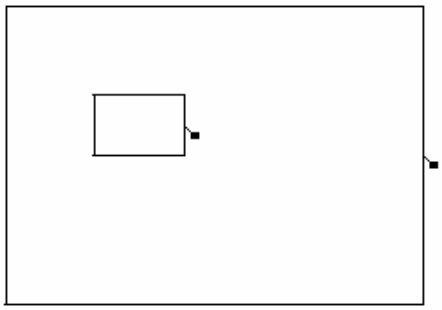
9.3.1. Definición del modelo de estructura

9.3.1.1. Definición del contorno

OPERACIÓN EFECTUADA	DESCRIPCIÓN
Ver / Cuadrícula / Definir el paso de la cuadrícula	Abre el cuadro de diálogo **Definición de la cuadrícula**
Dx = Dy =1.0	Define el paso de la cuadrícula en el cuadro de diálogo (igual para las dos direcciones)
Aplicar, **Cerrar**	Acepta los parámetros definidos y cierra el cuadro de diálogo **Paso de la cuadrícula**
	Abre el cuadro de diálogo **Polilínea – contorno.**
Clic.B.Izq. en **Polilínea** en la zona **Método de generación**.	Selecciona el modo polilínea para definir el contorno de la losa.

Usando el ratón elija los siguientes puntos en la ventana gráfica: {-7, -5} {-7, 5} {7, 5} {7, -5} {-7, -5}	Define un contorno rectangular
Usando el ratón elija los siguientes puntos en la ventana gráfica: (-4; 2) (-4; 0) (-1; 0) (-1; 2) (-4; 2)	Define un contorno del rectángulo introducido por cuatro vértices del rectángulo. El quinto punto cierra el contorno. Modela dimensiones de un agujero en la placa.
Clic.B.Izq. en el botón **Cerrar**	Cierra el cuadro de diálogo **Polilínea - Contorno**.

Eliminado: 6
Eliminado: -6
Eliminado: 4
Eliminado: -7
Eliminado: 4



9.3.1.2. Definición de Malla EF

Herramientas / Preferencias para el proyecto / Opciones para el mallado	Abre la ventana de las opciones de la malla.
En el campo **Tipo de malla** seleccione: **Definido por el usuario** **Clic.B.Izq.** en el botón **Modificar**	Selecciona el tipo de mallado definido por el usuario.
Clic.B.Izq. en **Métodos admisibles de generación de la malla / Delaunay**	Selecciona el método de Delaunay.
En el campo **Generación de la malla**, en el campo **División 1** entre (7)	Define el tamaño de la malla.

Clic.B.Izq. en el botón OK	Acepta los cambios efectuados en el cuadro de diálogo **Opciones para la generación de la malla**.
Clic.B.Izq. en el botón OK	Acepta los cambios efectuados en el cuadro de diálogo **Preferencias del proyecto**.

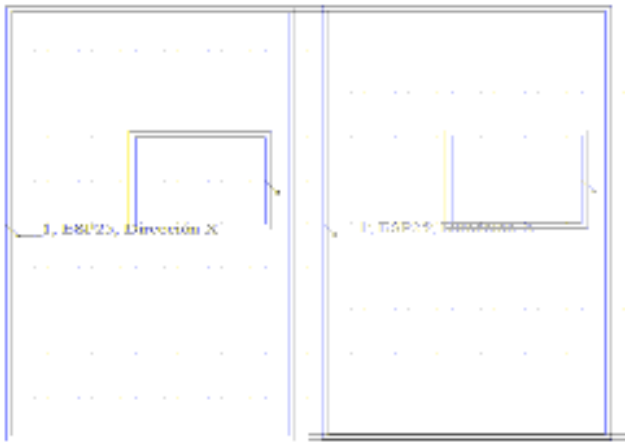
9.3.1.3. Propiedades de la losa

	Abre la ventana donde se definirá el espesor de la losa.
	Define un nuevo espesor del panel.
En la pestaña *Uniforme*, en el campo ***Esp=*** entre el valor { 25 }	Define el espesor de la losa.
En el campo **Material** seleccione (HORMIGON)	Selecciona HORMIGÓN.
Clic.B.Izq. en el botón **Agregar** y **Cerrar**	Agrega este nuevo espesor: ESP25 a la lista de los tipos de espesor definidos. Cierra el cuadro de diálogo ***Nuevo espesor***.
Clic.B.Izq. en el botón **Cerrar**	Cierra el cuadro de diálogo **Espesor EF**.

9.3.1.4. Aplicación de propiedades a la losa

	Selecciona el icono **Paneles** para definir la losa.
Clic.B.Izq. Tipo de contorno: Hueco	Define el contorno del hueco.
Clic.B.Izq. en la opción **Modo de creación / Punto Interior**: **Clic.B.Izq.** en el punto (-3, 1) en la ventana gráfica	Crea un hueco en contorno para la abertura. Seleccionando un punto dentro de la abertura y pulsando el botón dentro del rectángulo definido previamente, por ejemplo en el punto (-3,1), se define un hueco.
Clic.B.Izq. Tipo de contorno: Panel	Define el panel alrededor de la abertura.
Clic.B.Izq. Características/Espesor: Seleccione: ESP25 **Clic.B.Izq.** en la opción ***Características/Armado***: Seleccione: Dirección X	Selecciona el tipo de espesor ESP25 y el tipo del armado de la placa.
Clic.B.Izq. en la opción **Modo de creación / Punto interior**: **Clic.B.Izq.** a (0, 0) Vista sobre la ventana gráfica	Crea un contorno para el panel. Seleccionando un punto dentro del panel y pulsando el botón fuera del rectángulo de la abertura definida dentro del Panel, por ejemplo en el punto (0,0)., se define el Panel.

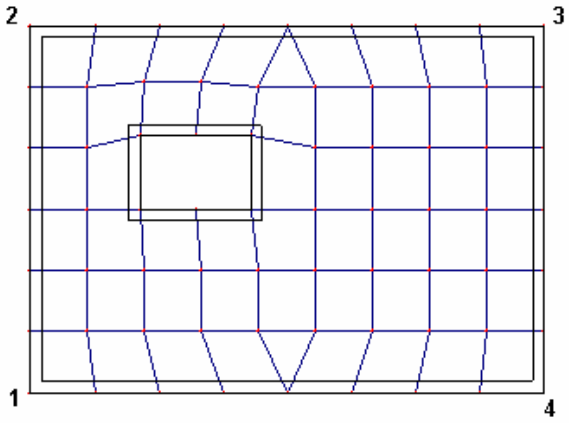
Clic.B.Izq. botón **Cerrar**	Cierra el cuadro de diálogo **Panel**.



9.3.1.5. Definición de apoyos

Análisis / Modelo de cálculo/ Generar	Generación del mallado de elementos finitos según los parámetros de mallado definidos
	Abertura del cuadro de diálogo ***Apoyos***
	Definición de un nuevo tipo de apoyo
Avanzado en la ficha *Rígido*	Abertura del cuadro de diálogo ***Definición de apoyo - avanzados*** de definición de apoyo definido usando las dimensiones de la sección transcersal del pilar
Columna	Selección del tipo de apoyo - columna
Rectangular b = 25, h = 25	Definición del tipo de pilar (rectangular) y de las dimensiones de la sección transversal del pilar
OK	Cierre del cuadro de diálogo ***Definición de apoyo - avanzado***
En el campo *Nombre* entrar Pilar25x25	Definición del nombre del tipo de apoyo definido
Agregar y Cerrar	Adición de un nuevo tipo de apoyo (pilar25x25) a la lista de tipos de apoyos disponibles y cierre del cuadro de diálogo ***Definición de apoyo***
ClicBIzq en la opción *pilar25x25*	Selección del tipo de apoyo

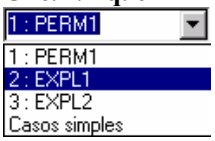
ClicBIzq en la opción *Selección actual* en la ficha *Nudo* ClicBIzq en el campo de edición ClicBIzq en los puntos 1, 2, 3, 4	Selección de nudos en los que serán definidos los apoyos- vea el dibujo a continuación
Aplicar, **Cerrar**	Definición de apoyos en la estructura y cierre del cuadro de diálogo ***Apoyos***



9.3.1.6. Definición de casos de carga

	Abre el cuadro de diálogo **Casos de carga**.
Clic.B.Izq. sobre el botón **Nuevo**	Define una carga por peso propio con el nombre estándar PERM1.
Clic.B.Izq. sobre el campo **Tipo** (Explotación)	Selecciona la naturaleza de carga: carga de explotación.
Clic.B.Izq. sobre el botón **Nuevo** **Clic.B.Izq.** sobre el botón **Nuevo**, **Cerrar**	Define dos casos de carga de explotación con los nombres estándar EXPL1 y EXPL2.

9.3.1.7. Definición de cargas para los casos creados

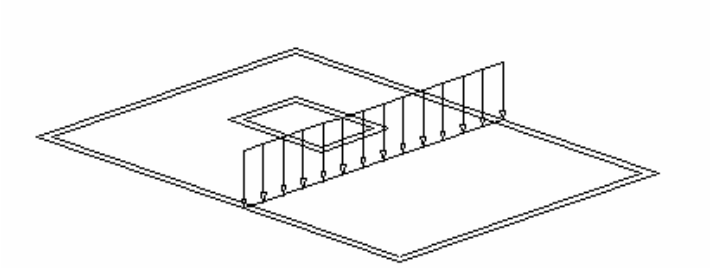
Clic.B.Izq. en EXPL1 	Selecciona el primero caso de carga de explotación.
	Abre la ventana de definición de cargas.

Seleccione la pestaña **Superficie**	Selecciona el tipo de carga uniforme sobre un contorno.
Parámetros de la carga, Z, :(-0.5)	Define la intensidad de carga.
Clic.B.Izq. Definición del contorno	Define un contorno del rectángulo en el que la carga se aplicará.
Usando el ratón en la ventana **Vista** seleccionar (-7; 1.5) (-4; 1.5) (-4; 0) (-7; 0)	
Clic.B.Izq. en el botón **Agregar** en la parte inferior del cuadro de diálogo *Carga uniforme (contorno)*	
Clic.B.Izq. sobre el espacio **Aplicar** a: (1)	Selecciona el panel al que será aplicada la carga.
Clic.B.Izq. sobre el botón **Aplicar**	
Clic.B.Izq. en EXPL2	Selección del caso de carga (Carga de explotación 2).
Seleccione la pestaña **Superficie** Haga clic en	Selecciona **Carga lineal 2p**.
Valores: P1, P2, Z: (-0.8, -0.8) Coordenadas del punto A: (1; -5) B: (1; 5)	Define la intensidad de carga (P1 y P2) en los dos extremos del segmento de línea de carga y sus coordenadas (A y B).
Clic.B.Izq. Agregar,	
Clic.B.Izq. Cerrar,	Cierra el cuadro de diálogo **Cargas**.

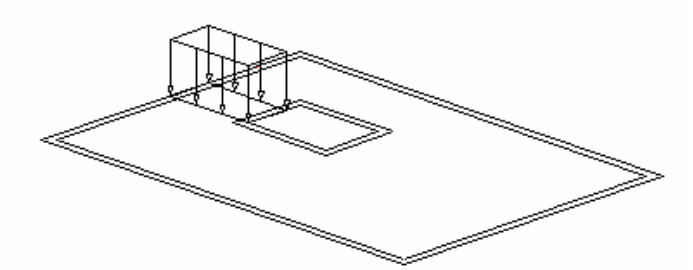
9.3.1.8. Visualización de los casos de carga

Ver/Proyección/3D xyz	Selecciona la vista isométrica.
Ver/Atributos pestaña *Cargas*	Si los símbolos de las cargas no son visibles, en el cuadro de diálogo *Visualizar atribuos* podemos desactivar la visualización

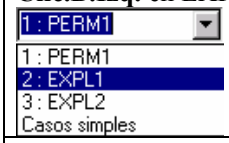
Clic.B.Izq. Símbolos	Selecciona la casilla Símbolos
Aplicar, OK	
Clic.B.Izq. en EXPL2 	Selecciona el caso de carga (Carga de explotación 2)

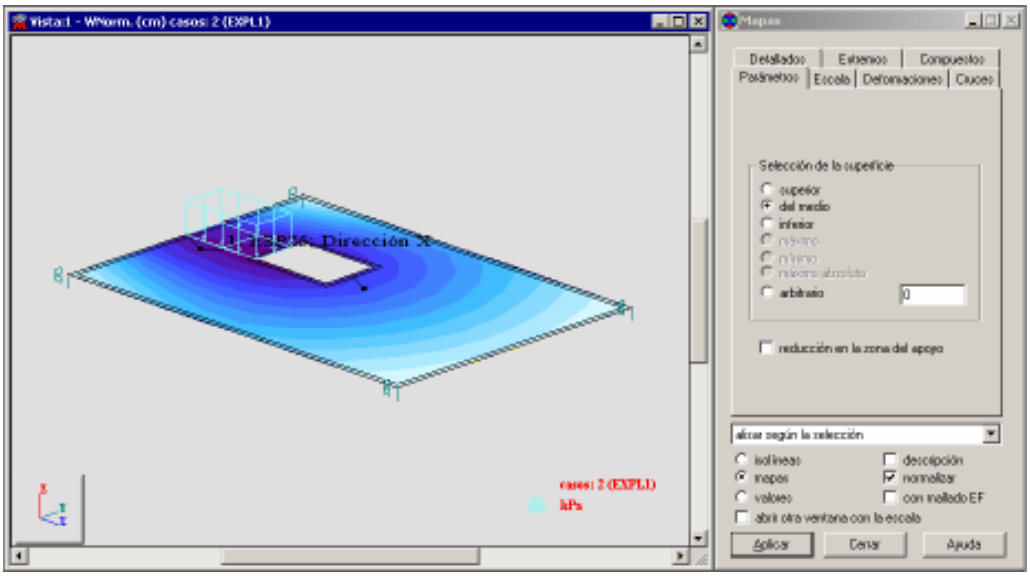


Clic.B.Izq. en EXPL1 	Selecciona el caso de carga de explotación 1

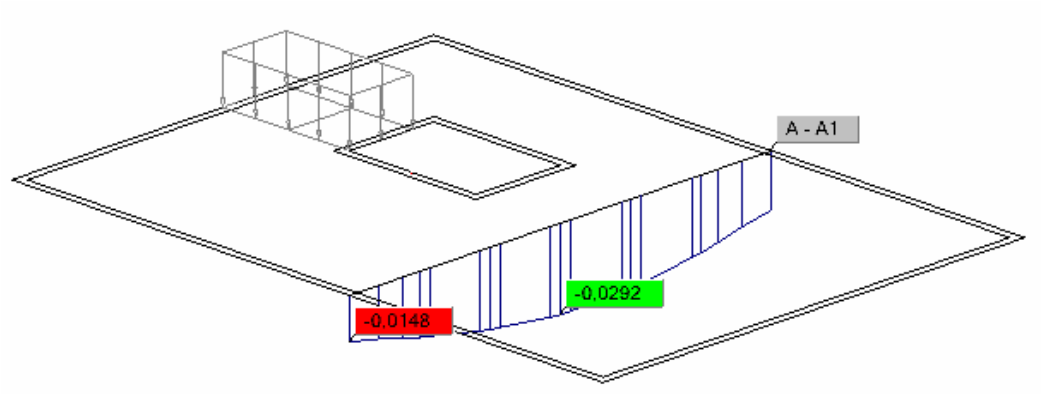


9.3.2. Análisis y presentación de los resultados de cálculos (mapas para cortes por paneles)

Clic.B.Izq. sobre la selección de esquemas del sistema Robot **Resultados / Resultados - mapas**	Inicia los cálculos para la estructura definida. Una vez que los cálculos se completan, el esquema de Resultados/Resultados-mapas del *sistema* ***Robot Millenium*** estará abierto. La pantalla será dividida en dos partes (como se muestra en el dibujo de abajo): un campo gráfico que contiene el modelo de la estructura y el cuadro de diálogo **Mapas**.
Clic.B.Izq. en EXPL1 	Selecciona el caso de carga de explotación 1.
Clic.B.Izq. en el cuadro de diálogo Mapas Activar **Desplazamientos - u, w**	Selección del desplazamiento a ser presentados
Vaya a la etiqueta **Parámetros** en el cuadro de diálogo **Mapas** y seleccione **Del medio** en el campo de selección de capas	Selecciona la superficie para la que se presentarán los desplazamientos seleccionados
Aplicar	



Vaya a la etiqueta **Detallados** en el cuadro de diálogo **Mapas** y desactivar la presentación de los desplazamientos para la lámina	
Aplicar	
Modelo / Geometria	Selección del esquema inicial del sistema ***Robot Millennium***
Resultados / Diágramas - Cortes por paneles	Abre el cuadro de diálogo ***Cortes por paneles*** en el que se puede definir diágramas de esfuerzos internos y de los dezplazamientos en los elementos finitos superficiales
Clic.B.Izq. en la opción *Desplazamientos - u,w* en la pestaña *Detallados*	Selección de los desplazamientos para la presentación
En la pestaña *Definición* en el cuadro de diálogo ***Cortes par paneles***, seleccione la opción *paralel al eje Y*, entre las coordenadas (1.00; -5.00) en el campo abajo	Selección del modo de definición del plano del corte.
Pase a la pestaña *Parámetros*. En la zona *Selección de la superficie* seleccione la opción *del medio*.	Selección dela superficie ara la cual los desplazamientos serán presentados para el corte seleccionado.
En la pestaña *Diagramas*, seleccione las opciones siguientes: *Horizontal* en la zona *Descripción de los diagramas, Rayado* en la zona *Relleno, normal* en la zona *Posición del diagrama*	Selección del modo de presentación de los diágramas para los cortes por paneles.
Aplicar	Activa la presentación de los desplazamientos para los cortes por panel (vea el dibujo abajo). El dibujo representa la estructura y definida.
	Esta opción permite mostrar el diagrama (en el estado inicial el diagrama está situado bajo la losa).



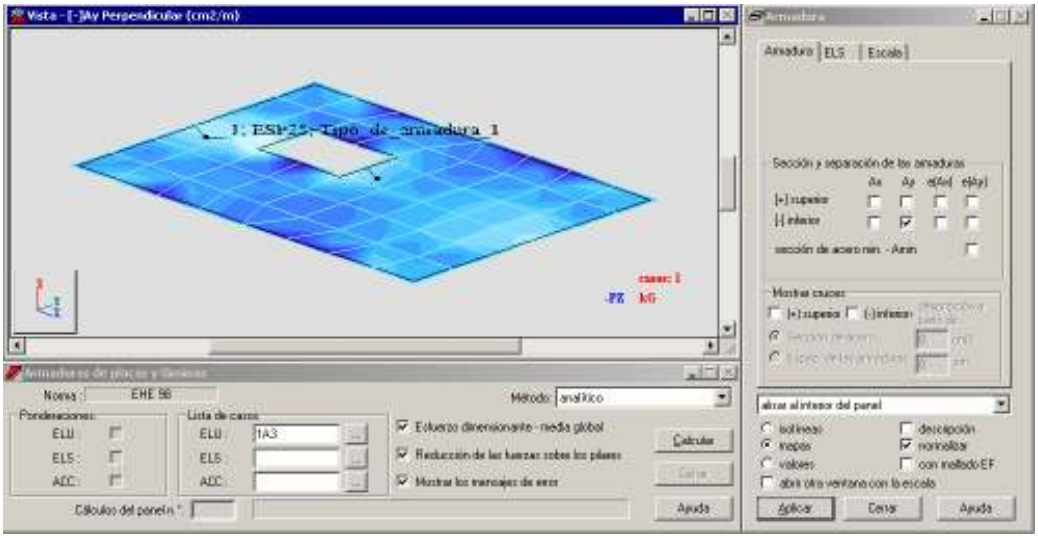
Pasar en la ficha *Cortes* y desactivar la presentación del diagrama para el corte definido (el símbolo √ desaparecerá)	Desactivación de la presentación del diagrama para el corte por panel.
Aplicar, **Cerrar**	Desactivación de la presentación de los desplazamientos para el corte por el panel y cierre del cuadro de diálogo ***Cortes por paneles***.

9.3.3. Cálculo del area de armadura teórica

Norma EHE 98

Clic.B.Izq. el campo de selección de esquemas de sistema de Robot y seleccionar: **Losas (hormigón) / Losas – armadura teórica**	El usuario va al esquema del Sistema ***Robot Millenium*** que permite determinar el área del refuerzo teórico para la lámina definida. La pantalla será dividida en tres partes: • el visor gráfico con el modelo de la estructura • dos cuadros de diálogo: **Armadura** y **Armadura de placas y láminas**.
Clic.B.Izq. en la opción ELU. En la lista de casos de carga, entre 1A3 en la ventana **Armadura de placas y láminas**	El cálculo del área del refuerzo teórica se llevará a cabo para el estado del límite último con todos los casos de carga aplicados a la lámina considerada.
Activación de la opción *Reducción de esfuerzos sobre pilares*	La activación de esta opción significa que para los elementos de tipo losa apoyados de modo puntual (por ejemplo, usando apoyos de tipo pilar), los valores de momentos y de tensiones en la proximidad de puntos de apoyo se reemplazan por el valor medio para el entorno de estos apoyos/pilares
Clic.B.Izq. en el campo **Método** y seleccione el método analítico	Selección del método analítico de calcular el área del refuerzo.

Clic.B.Izq. el botón **Calcular** en el cuadro de diálogo **Armadura da placas y láminas**	Empiezan los cálculos del área del refuerzo teórica para la losa definida (Panel No. 1)
Una vez que los cálculos se terminan, pase al cuadro de diálogo **Armaduras**, **Clic.B.Izq.** en *Ay* (-) para la armadura inferior	Selección de las magnitudes para la presentación.
Vaya a la etiqueta **Escala** y seleccione la opción **Paleta completa**	Selección de la paleta de colores que será utilizada durante la presentación de mapas del refuerzo.
Clic.B.Izq. presione el botón **Aplicar** en el cuadro de diálogo **Armadura**	Presentación del área de refuerzo para el área seleccionado y la dirección seleccionada (el mapa del área del refuerzo se muestra en la figura de abajo)
En la ventana **Armadura**, Desactivar la opción *Ay* (-) para la armadura inferior	La presentación del mapa del armado se hace inactiva



	Se abre la tabla que presenta los resultados calculados para las áreas del armadura teórica para la losa
Vaya a la etiqueta **Extremos Globales** en la tabla **Resultados EF**	Presentación de la tabla de los extremos globales en la superficie y los espacios del refuerzo obtenidos para el diseño de lámina:
Cierre la tabla de resultados EF	

9.4. Ejemplos de opciones de definición de estructuras por medio de operaciones de extrusión y rotación

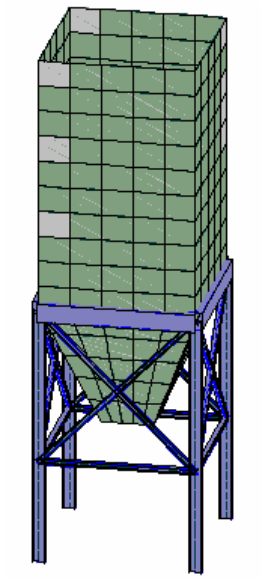
Este capítulo contiene una presentación de varios ejemplos cortos de modelos de estructuras tridimensionales por medio de opciones de extrusión y rotación. Todas las estructuras presentadas se definen como cáscaras.
Durante la presentación de estas estructuras se seguirán las reglas siguientes:

- cualquier símbolo del icono significa que el icono pertinente se aprieta con el botón del ratón izquierdo,
- (x) las posiciones para la selección de la opción ' x' en el cuadro de diálogo o introduciendo los valores 'x',
- **Clic.B.Izq.** y **Clic.B.Der.** - las abreviaciones para **L**eft **M**ouse button **Clic** and the **R**ight **M**ouse button **Clic**.

Para empezar a definir una estructura, uno debe ejecutar el sistema ***Robot Millenium*** (presionando el icono o los comandos pertinentes de la barra de herramientas). Después de un rato, aparece en pantalla una cuadro de diálogo (descrito en capítulo 2.1), donde uno debe seleccionar el segundo icono en la segunda fila **(diseño de lámina)**.

9.4.1. SILO

Este ejemplo proporciona una definición de un silo presentado esquemáticamente en el dibujo de abajo.
Unidades de los datos: (m).



DEFINICION DE LA ESTRUCTURA

1. GEOMETRIA DEL SILO

OPERACIÓN REALIZADA	**DESCRIPCIÓN**
Ver / Proyección / XY	Selección del plano de trabajo
Ver /Cuadrícula /Definir el paso de la cuadrícula	Abre el cuadro de diálogo **Paso de la cuadrícula**
Dx = Dy =1.0	Definición del paso de cuadrícula en el cuadro de diálogo (igual en las dos direcciones)
Aplicar, **Cerrar**	Acepta los parámetros definidos y cierra el cuadro de diálogo **Definición del paso de cuadrícula**
	Abre la ventana **Polilínea – contorno** para definir los componentes sucesivos de un contorno
Seleccione la opción *Contorno* en la parte de la ventana *Método de generación*	

Defina el siguiente cuadrado en el visor gráfico: longitud lateral: 2m, puntos: (-1,-1,0), (-1,1,0), (1,1,0), (1,-1,0) **Aplicar**	Definición del cuadrado que servirá de la base para modelar el silo
Cierre la ventana **Polilínea – contorno**	
En el menú, Seleccione el comando *Edición / Modificar estructura / Modificar objetos*	Abre el cuadro de diálogo **Objetos - operaciones / modificaciones**
Clic.B.Izq. en el campo del Objeto y indique con el cursor el cuadrado definido en el visor gráfico.	Selección gráfica del cuadrado (el número del objeto definido en el campo del Objeto)
Presione el botón **Extrusión**	Empieza la definición de la modificación del objeto
Presione los *Parámetros de modificación del objeto*	Definición de los parámetros de la extrusión
Defina los siguientes parámetros de la extrusión: II al eje Z Longitud: (5) m Número de divisiones = (5) Opciones inactivas: base superior, base inferior	Parámetros de la extrusión
Presione el botón **Aplicar**	Realiza la extrusión del cuadrado según los parámetros definidos.
Presione el botón **Homotecía**	Comienza la definición de modificación del producto de la extrusión del objeto
Presione el los *Parámetros de la operación*	Definición de los parámetros de modificación para aplicar al objeto sometido a la operación de extrusión
Defina los parámetros de la homotecia: Escala x=y = (3) Escala z = (1) Centro de la homotecía (0,0,0)	Los parámetros de la homotecía a ser realizados al producto de la operación extrusión
Apriete el botón **Aplicar**	La operación de homotecía se aplica al producto de la extrusión del cuadrado según los parámetros definidos
Apriete el botón **Extrusión**	Empieza de definición de modificación de objeto
Apriete **Parámetros de modificación del objeto**	Definición de los parámetros de la extrusión

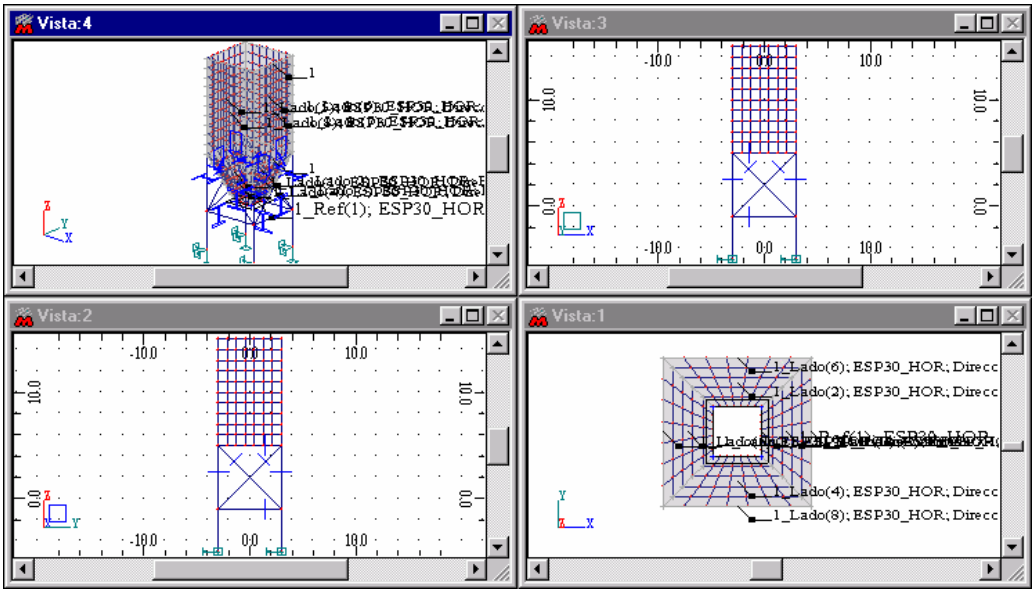
Define los parámetros de la extrusión: II al eje Z, Longitud: (10) m Número de Divisiones (10) Desactivar las opciones: Base inferior, Base superior.	Parámetros de la extrusión
Apriete el botón **Aplicar**	Efectúa la modificación de objeto
Cierre el cuadro de diálogo **Objetos – Operación / modificaciones**	
	Vista inicial
Ver / Proyección /3D xyz	
	Abre la ventana de definición del espesor
Seleccione el espesor de panel predefinido: ESP30_HOR	Selección del espesor que se aplicará a los componentes particulares del silo
Escriba **todos** en el campo **Paneles**.	Selección de todos los elementos del silo
Presionar el botón **Aplicar**	Aplica el espesor predefinido a todos los elementos del silo
Cerrar la ventana **Espesor EF**	

2. ESTRUCTURA DE APOYO

	Abre el cuadro de diálogo **Barra**
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de barra** y seleccione el tipo: Viga de hormigón armado **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección** y seleccione el tipo V50x70	Selecciona las propiedades de la barra.
Defina las cuatro barras siguientes: Viga 1: inicio (-3,-3,5), fin (3,-3,5) Viga 2: inicio (3,-3,5), fin (3,3,5) Viga 3: inicio (3,3,5), fin (-3,3,5) Viga 4: inicio (-3,3,5), fin (-3,-3,5)	Definición de vigas de hormigón armado.
Clic.B.Izq. en el campo de **Tipo de barra** y seleccione: **Columna** **Clic.B.Izq.** en el campo de la **Sección** y seleccione el tipo W14x211	Selección de propiedades de la barra. se ha usado la sección del banco de datos de secciones americanas (AISC).

Define las siguientes cuatro columnas de acero de longitud 10 m: Columna 1: inicio (-3,-3,5), fin (-3,-3,-5) Columna 2: inicio (3,-3,5), fin (3,-3,-5) Columna 3: inicio (3,3,5), fin (3,3,-5) Columna 4: inicio (-3,3,5), fin (-3,3,-5)	Definición de columnas de acero
Clic.B.Izq. en el campo Tipo de Barra y seleccione el tipo: Barra simple **Clic.B.Izq.** en el campo de la Sección y seleccione el tipo W14x211 (si la sección está ausente de la lista en las secciones disponibles, tiene que abrir el cuadro de diálogo **Nueva sección** apretando el botón ... y debe seleccionar la sección requerida)	Selección de las propiedades de la barra. se ha usado la sección del banco de datos de la sección americana (AISC).
Defina las cuatro vigas siguientes: Viga 1: inicio (-3,-3,-1), Fin (3,-3,-1) Viga 2: inicio (3,-3,-1), Fin (3,3,-1) Viga 3: inicio (3,3,-1), Fin (-3,3,-1) Viga 4: inicio (-3,3,-1), Fin (-3,-3,-1)	Definición de las vigas de acero
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de barra** y selecciona el tipo: **Barra** **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección** y selecciona el tipo L 4x4x0.25 (si la sección está ausente en la lista de secciones disponibles, uno debe abrir la ventana **Nueva sección** presionando el botón ... y debe seleccionar la sección requerida)	Selección de propiedades de la barra. La sección del banco de datos (AISC) es la que se aplica.
Defina los siguientes contravientamientos 1: inicio (-3,-3,5), fin (3,-3,-1) 2: inicio (3,-3,5), fin (-3,-3,-1) 3: inicio (3,-3,5), fin (3,3,-1) 4: inicio (3,3,5), fin (3,-3,-1)	Definición de contravientamiento

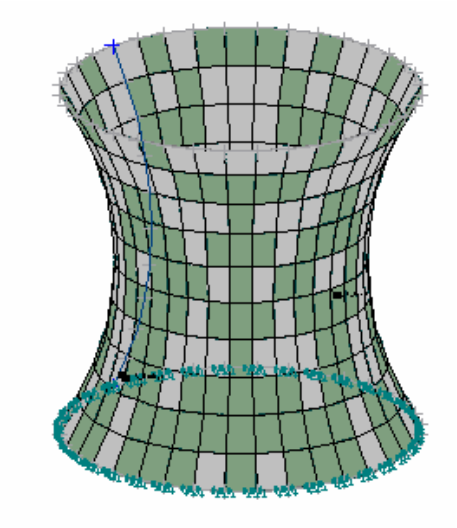
Cierre el cuadro de diálogo **Barra**	
Seleccione los contravientamientos 1 y 2	
Edición / Transformar / Translación	Abre el cuadro de diálogo **Translación**
Vector de translación (0,6,0) Modo de edición = Copiar Arrastrar = inactivo Ejecutar	
Seleccione los contravientamientos 3 y 4	
Vector de traslación (-6,0,0) Modo de edicón= Copiar Arrastrar = inactivo Ejecutar	
Cierre el cuadro de diálogo **Traslación**	
	Abre el cuadro de diálogo **Apoyo**
Clic.B.Izq. en el campo **Selección Actual** en la ficha **Nudo**	Selección de nudos de la estructura donde se aplicarán apoyos de la estructura
Vaya al visor gráfico; mientras presione el botón izquierdo del ratón, seleccione todos los nudos del fondo en las columnas	Usted debe ver números de nudos de apoyo que aparecen en el campo de selección actual
Seleccione en el cuadro de diálogo **Apoyo** el icono **Empotrado,** esta será resaltada	Selección de tipo de refuerzo (Apoyo)
Clic.B.Izq. presione el botón **Aplicar**	El tipo de apoyo seleccionado se aplicará a los nudos de la estructura seleccionados
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Apoyos**
Analisis / Módelo de cálculo / Generar	Creación del modelo de cálculo de la estructura (malla para elementos finitos superficiales)


Vista:4
Vista:3
Vista:2
Vista:1
1_Ref(1); ESP30_HOR
1_Lado(6); ESP30_HOR; Direcc
1_Lado(2); ESP30_HOR; Direcc
1_Lado(4); ESP30_HOR; Direcc
1_Lado(8); ESP30_HOR; Direcc

9.4.2. COOLER

Este ejemplo proporciona una definición de una estructura de cáscara, presentada esquemáticamente en el dibujo de abajo.

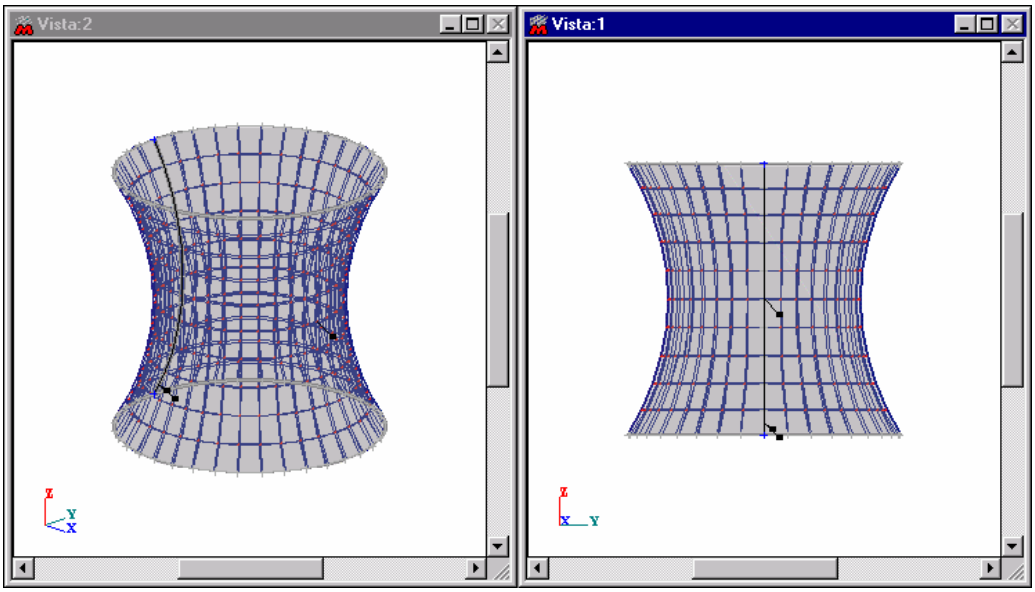
Unidades de los datos: (m).



OPERACIÓN REALIZADA	**DESCRIPCIÓN**
Ver / Proyección / XZ	Selección de plano de trabajo
Estructura/Objetos/Arco	Abre el cuadro de diálogo Arco para definir los componentes sucesivos de un contorno
Seleccione el siguiente método de definición del arco: inicio, final, centro	
Defina el siguiente arco en el visor gráfico: Inicio (-10,0,10) Extremo (-10,0,-10) Medio (-7,0,0)	Define un arco
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Arco**
CTRL + A	Selecciona el arco definido
En el menú, seleccione el comando *Estructura / Objetos / Revolución*	Abre en el cuadro de diálogo **Revolución**

Defina los parámetros de la rotación: Eje: inicio (0,0,0) fin (0,0,10) ángulo de rotación (360) Número de divisiones: (36) Opciones inactivas: base inferior, base superior, objeto nuevo	Definicón de los parámetros de la revolución.
Aplicar	Revolución del objeto definido
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Revolución**
	Abre el cuadro de diálogo usado por definir espesor
Seleccione el espesor de panel predefinido: ESP30_HOR	Selección del espesor que se aplicará a los componentes de la estructura
Escriba *todos* en el campo **Paneles**.	Selecciona todos los elementos de la estructura
Presione el botón **Aplicar**	Aplica el espesor por defecto a todos los elementos de la estructura.
Cierre el cuadro de diálogo **Espesor EF**	
Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo **Atributos** para visualizar los atributos seleccionados.
Seleccione la opción *Espesor* en la etiqueta de elementos finitos	
Aplicar ***OK***	Cierra el cuadro de diálogo **Visualizar atributos**.
	Vista inicial
Ver / Proyección / 3D xyz	
	Abre el cuadro de diálogo **Apoyos**
Selecciona la ficha **Línea** en la zona **Selección actual**.	
En la ventana **Apoyo**, seleccione el icono **Empotrado** (ésta se resaltará)	Selecciona el tipo de apoyo
Indique la línea del fondo (círculo) de la estructura:	NOTA: Para seleccionar el círculo hay que encontrar un lugar a lo largo de su circunferencia entonces él resaltará. Si usted tiene problemas en este lugar, deberá agregar etiquetas verificando los números y etiquetas de bordes en el cuadro de diálogo **Atributos** en la etiqueta **EF**.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Apoyos**

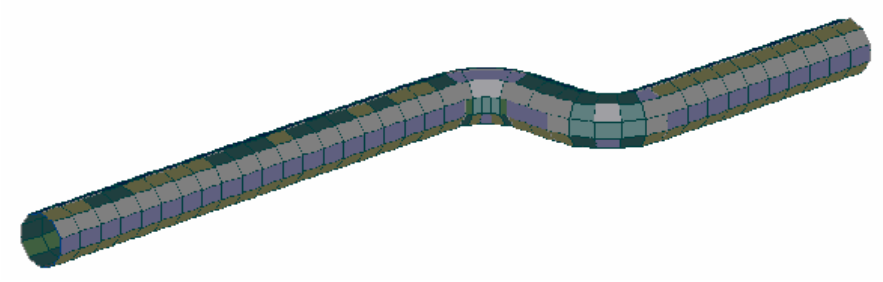
Análisis / Modelo de cálculo / Generar	Crea el modelo de cálculo de la estructura (malla de elementos finitos superficiales



9.4.3. TUBERÍA

Este ejemplo proporciona una definición de la estructura de lámina (tubería), presentada esquemáticamente en el dibujo de abajo.

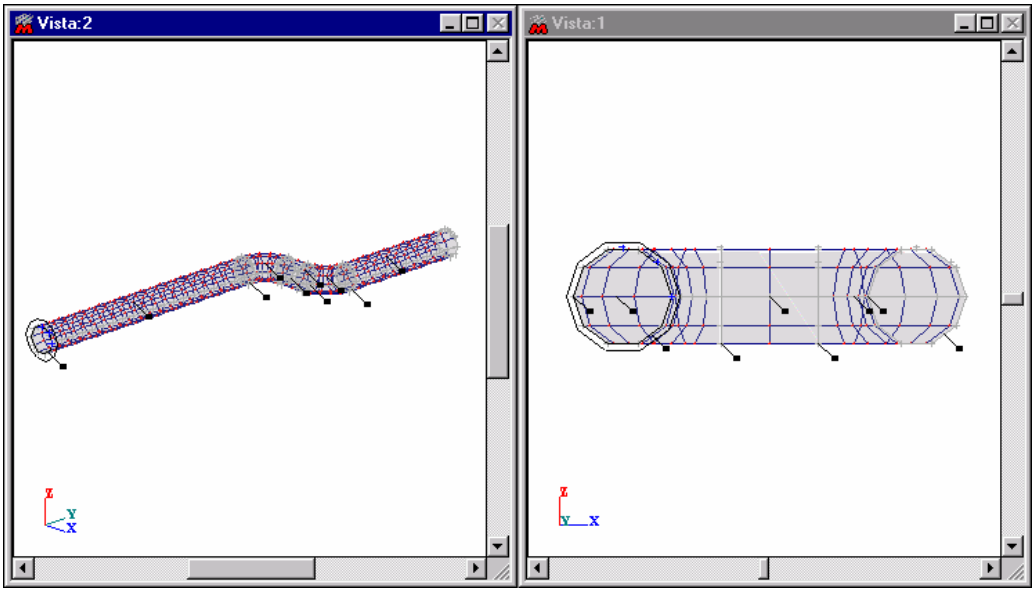
Unidad de los datos: (m).



OPERACIÓN REALIZADA	**DESCRIPCIÓN**
Ver / Proyección / ZX	Selección del plano de trabajo
Estructura/Objetos/Círculo	Abre el cuadro de diálogo Circulo para definir los componentes del contorno.
Seleccione la opción Centro - radio en la zona *Método de generación* de el cuadro de diálogo	
En la ventana gráfica, defina un círculo con el radio de 1 m y el centro al punto (0,0,0)	Definición de un círculo que formará una base para crear la tubería
Cierre la ventana **Círculo**	
En el menú, seleccione el comando *Edición/Modificar estructura/Modificar objetos*	Abre lel cuadro de diálogo **Objetos – Operaciones/Modificaciones**
Clic.B.Izq. sobre el campo *Objeto* y seleccione el círculo en la ventana gráfica.	Selecciona el círculo (el numero de objeto es introducido en el campo objetos)
Presione el botón **Extrusión**	Empieza de la definición de modificaciones del objeto
Apriete el botón **Parámetros de la modificación del objeto**	Definición de los parámetros de la extrusión
Defina los parámetros siguientes de la extrusión: II al eje Y, longitud (20) m número de divisiones (20) Opciones inactivas: base superior, base inferior	Parámetros de la extrusión

Presionar el botón **Aplicar**	Efectúa la extrusión del círculo según los parámetros definidos
Presione el botón **Revolución**	Abre el cuadro de diálogo **Revolución**
Defina los parámetros siguientes para revolver el objeto: Inicio del eje (2,20,0) Fin del eje (2,20,1) ángulo de la rotación (-90) número de divisiones (5) Opciones inactivas: base inferior, base superior	Parámetros de la revolución
Aplicar	Ejecuta la revolución del objeto
Presione el botón **Extrusión**.	Empieza a definir los parámetros de la extrusión
Defina los parámetros siguientes de la extrusión: II al eje X, longitud (2) m número de divisiones (2) Opciones inactivas: base inferior, base superior	Parámetros de la extrusión
Presione el del botón **Aplicar**	Realiza la extrusión del círculo según los parámetros definidos
Presione el botón **Revolución**	Abre el cuadro de diálogo Revolución
Defina los siguientes parámetros para revolver el objeto: Inicio del eje (4,24,0) Fin del eje (4,24,1) Ángulo de la rotación (90) Número de divisiones (5) Opciones inactivas: base inferior, base superior	Parámetros de la revolución
Aplicar	Ejecuta la revolución del objeto
Apriete el botón **Extrusión**	Empieza de la definición de modificación del objeto
Defina los parámetros siguientes de la extrusión: II al eje Y, Longitud (10) m Número de divisiones (10) Opciones inactivas: base inferior, base superior	Parámetros de la extrusión
Presione el botón **Aplicar**	Ejecuta la extrusión del círculo conforme con los parámetros definidos
Cerrar	
	Vuelve a la vista inicial
Ver / Proyección / 3D xyz	

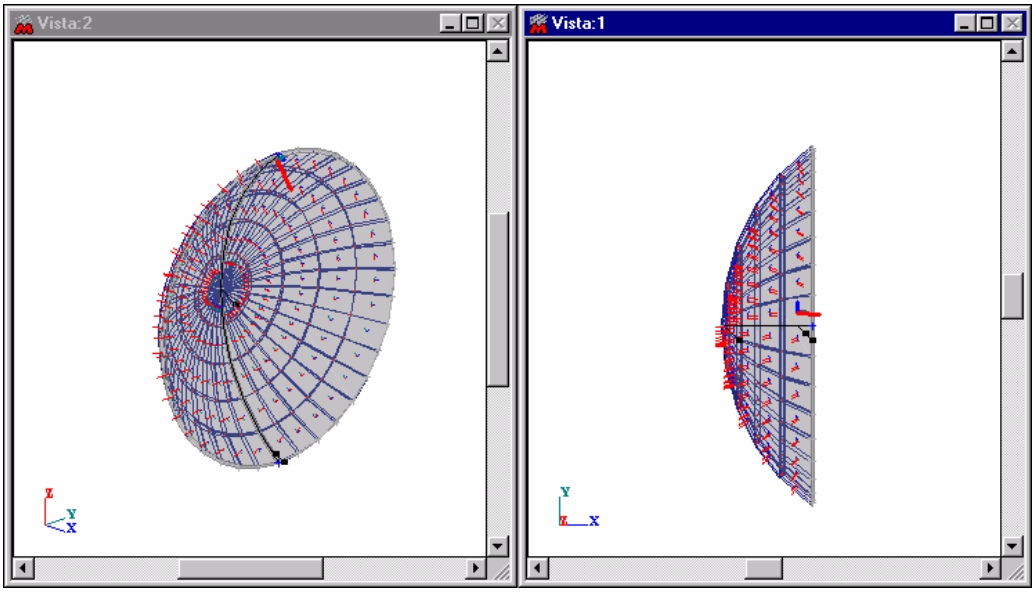
Análisis / Modelo de Cálculo / Generar	Crea el modelo de cálculo de la estructura (mallado de elementos finitos superficiales)



9.4.4. ESTRUCTURA EJESIMETRICA

Este ejemplo proporciona una definición de estructura de lámina presentada esquemáticamente en el dibujo de abajo.

Unidades de los datos: (m).



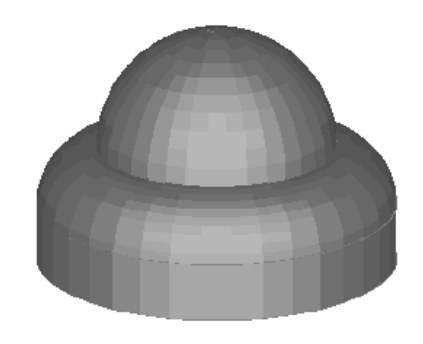
OPERACIÓN REALIZADA	DESCRIPCIÓN
Ver / Proyección / XZ	Selecciona el plano de trabajo
Estructura / Objetos / Arco	Abre el cuadro de diálogo **Arco** para definir les componentes sucesivos del contorno
Seleccione el siguiente método de definición de arco: inicio, final, centro	
Defina el siguiente arco en el visor gráfico: Inicio (0,0,10) Final (0,0,-10) Centro (-5,0,0)	
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Arco**
CTRL + A	Selecciona el objeto del arco definido
Seleccione del menú el comando ***Estructura / Objetos / Revolución***	Abre en el cuadro de diálogo **Revolución**

Define los parámetros de la revolución: Eje: inicio (0,0,0) Fin (-5,0,0) Ángulo de la rotación (180) Número de divisiones (18) Opciones inactivas: Base inferior, base superior, nuevo objeto	Parámetros de la revolución
Aplicar	Ejecuta la revolución de los objetos.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Revolución**
Ver / Proyección / 3D xyz	
	Abre el cuadro de diálogo usada para definir espesor
Seleccione el espesor del panel predefinido: ESP30_HOR	Selección del espesor que se aplicará a los componentes particulares de la estructura
Escriba **todos** en el campo **Panel**	Selecciona todos los elementos de la estructura
Presione el botón **Aplicar**	Aplica el espesor predefinido a todos los elementos de la estructura
Cierre en el cuadro de diálogo **Espesor EF**	
Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo para visualizar los atributos seleccionados
Seleccione la opción **Espesores** en la etiqueta *EF (Elementos Finitos)*	
Aplicar **OK**	Cierra el cuadro de diálogo **Atributos** que permite seleccionados los atributos para la presentación
Análisis / Modelo de Calculo / Generar	Crea un modelo de cálculo de estructura (malla de elementos finitos superficiales)

9.4.5. ESTRUCTURA AXISIMETRICA (BÓVEDA)

Este ejemplo proporciona una definición de estructura de tipo lámina presentada esquemáticamente en el dibujo de abajo.

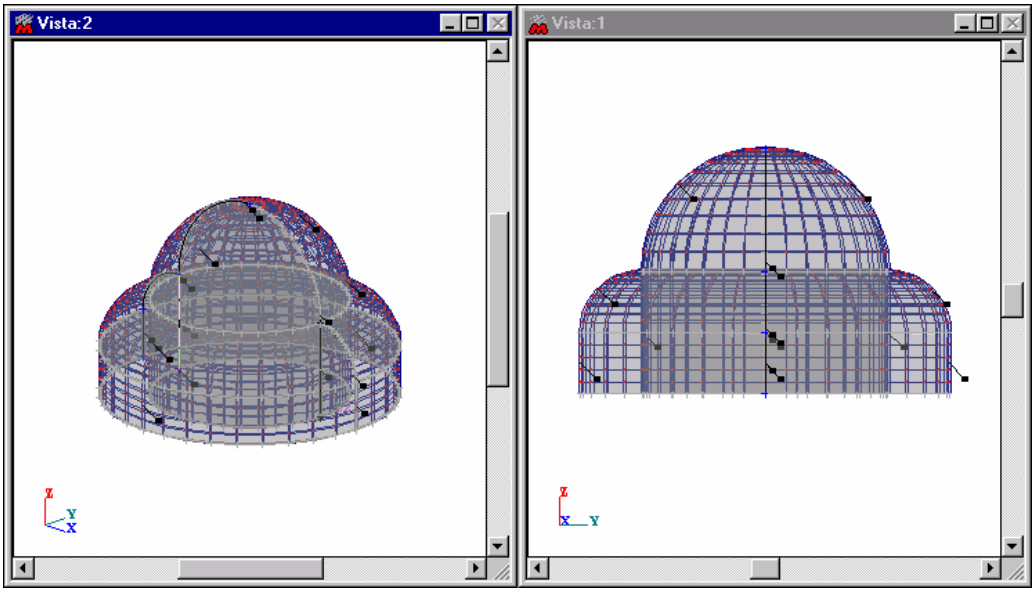
Unidades de los datos: (m).



OPERACIÓN REALIZADA	DESCRIPCIÓN
Ver / Proyección / XZ	Selecciona el plano de trabajo
	Abre el cuadro de diálogo **Polilínea - Contorno** Inicia la definición de los componentes sucesivos del contorno
Seleccione la opción **Línea** en la zona *Método de generación*	
Defina dos líneas en el visor gráfico: Línea 1: inicio (-10,0,0) Fin (-10,0,10) línea 2: inicio (-15,0,0) Fin (-15,0,5)	Define dos líneas
Cerrar	Cierre la ventana **-Polilínea - Contorno**
Geometría / Objetos / Arco 	Abre el cuadro de diálogo **Arco** para definir componentes sucesivos del contorno
Seleccione el método de definición de arco siguiente: centro y 2 puntos	

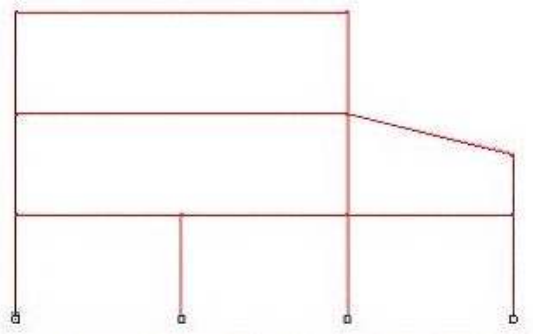
Defina los dos arcos siguientes en el espectador gráfico: Forme el arco 1 con el radio = 5 Centro (-10,0,5) Inicio (-15,0,5) Fin (-10,0,10) Forme el arco 2 con el radio = 10 Centro (0,0,10) Inicio (-10,0,10) Fin (0,0,20)	
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Arco**
CTRL + A	Selección de todos los objetos definidos
Seleccione el comando **Estructura / Objetos / Revolución**	Abre el cuadro de diálogo **Revolución**
Defina los parámetros de la revolución: Eje: inicio (0,0,10) Fin (0,0,20) Ángulo de la rotación (360) número de divisiones (36) Opciones inactivas: Base inferior, base superior, nuevo objeto	Parámetros de la revolución
Aplicar	Efectúa la revolución del objeto
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Revolución**
	Abre el cuadro de diálogo usada para definir espesor
Seleccione el espesor del panel predefinido: ESP30_HOR	Selecciona el espesor que se aplicará a los componentes de la estructura.
Escriba **todo** en el campo **Paneles**.	Selecciona todos los elementos de la estructura
Presione el botón **Aplicar**	Aplica el espesor predefinido a todos los elementos de la estructura
Cierre el cuadro de diálogo **Espesor EF**	
	Vista inicial
Ver / Proyección /3D xyz	
Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo **Atributos** para observar la selección de atributos
Seleccione la opción **Espesores** en la etiqueta **EF**	
Aplicar, OK	Cierra el cuadro de diálogo **Atributos** para visualizar los atributos seleccionados
	Abre el cuadro de diálogo **Apoyos**
Seleccione la ficha ***Línea*** en la zona **Selección actual**	

Seleccione el icono **Empotrado** en el cuadro de diálogo **Apoyos**. El icono se resaltará	Selecciona el tipo de apoyo
Apunte a la línea del fondo de la estructura (círculo) y selecciónela	NOTA: Para seleccionar el círculo usted tiene que encontrar un lugar a lo largo de su circunferencia entonces él resaltará. Si usted tiene problemas para encontrar este lugar, debe agregar etiquetas verificando los números y etiquetas de bordes en el cuadro de diálogo de Elementos Finitos, en la opción desplegar
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Apoyos**
Análisis / Modelo de cálculo / Generar	Crea el modelo de cálculo de estructura (mallado de elementos finitos superficiales)

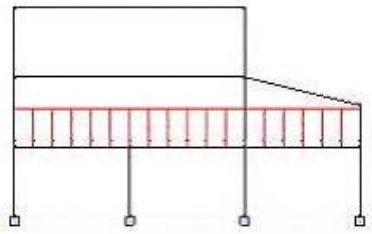


9.5. Diseño de un pórtico 2D

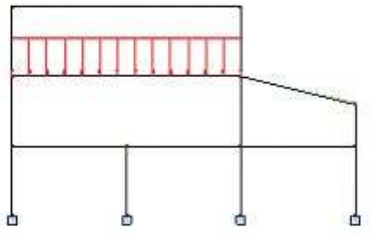
El ejemplosiguiente es un ejemplo de análisis del diseño de una estructura de acero en 2D descrita abajo.
Unidades de los datos: (m) y (kN).
Materiales : españoles
Norma : Eurocode 3



Se aplicarán tres casos de carga a la estructura (peso propio y dos casos de cargas vivas presentadas en el dibujo de abajo). Es más, (10) se aplicarán casos de carga generados automáticamente para cargas del vientos/nieve a la estructura.



CASO DE CARGA 2



CASO DE CARGA 3

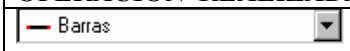
Durante la definición de la estructura se seguirán las reglas siguientes:

- cualquier símbolo del icono significa que el icono pertinente se aprieta con el botón del ratón izquierdo,
- (x) las posiciones para la selección de la opción 'x' en el cuadro de diálogo o ingresando los valores 'x',
- **Clic.B.Izq.** y **Clic.B.Der.** - las abreviaciones para el botón **L**eft **M**ouse **C**lic y **R**ight **M**ouse **C**lic.

Para empezar a definir una estructura, uno debe ejecutar el sistema ***Robot Millenium*** (presionando el icono pertinente o seleccionando el comando pertinente de la barra de herramientas). En la pantalla aparece el cuadro de diálogo (descrito en el capítulo 2.1), donde uno debe seleccionar el segundo icono en la primera fila (pórtico 2D).

NOTA: En este ejemplo es usado el banco de datos de secciones europeas franceses (CATPRO) y el código francés de viento/nieve.

9.5.1. Diseño de la Estructura

OPERACIÓN REALIZADA	DESCRIPCIÓN
 **Modelo / Barras**	El esquema **Barras** debe seleccionarse de la lista de esquemas disponibles en el sistema ***Robot Millenium***
Clic.B.Izq. en el campo de tipo de Barra y selecciona el tipo Columna **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección** y selecciona el tipo HEA 300 (sí la sección está ausente en la lista de secciones disponibles, hay que abrir el cuadro de diálogo **Nueva sección** apretando el botón y seleccionar la opción requerida).	Definición de propiedades de la barra. En este ejemplo se ha usado la sección del banco de datos de la sección francesa (CATPRO).
Clic.B.Izq. al campo **Inicio** (el fondo se resaltará en verde)	Empieza la definición de barras de la estructura (columnas de la estructura)
Columna 1: (0;0) (0;5) (0;5) (0;10) (0;10) (0;15) Columna 2: (8;0) (8;5) Columna 3: (16;0) (16;5) (16;5) (16;10) (16;10) (16;15) Columna 4: (24;0) (24;5) (24;5) (24;8)	Definición de las columnas en el pórtico
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de Barra** y seleccione el tipo **Viga**. **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección** y seleccione el tipo HEA300	Inicio de la definición de vigas de la estructura y definición de sus propiedades. La sección del banco de datos de la sección francesa (CATPRO) se ha usado en este ejemplo.
Clic.B.Izq. en el campo **Inicio** (el fondo se resaltará en verde)	Empieza la definición de vigas de la estructura
Viga 1: (0;5) (8;5) (8;5) (16;5) (16;5) (24;5) Viga 2: (0;10) (16;10) Viga 3: (16;10) (24;8) Viga 4: (0;15) (16;15)	Definición de vigas en el pórtico

Clic.B.Izq. sobre la ventana correspondiente al sistema ***Robot Millenium***. Seleccione **Modelo /Inicio**	Selecciona el esquema inicial del sistema ***Robot Millenium***
	Vista inicial
	Abre el cuadro de diálogo **Apoyo**
Clic.B.Izq. en el campo **Selección Actual** en la ficha **Nudo**	Selecciona los nudos de la estructura a los cuales se aplicarán los apoyos
Pase a la ventana gráfica; mientras presiona el botón izquierdo del ratón, selecciona todos los nudos inferiores de las columnas	Los nudos seleccionados (1, 5, 7 y 11) se introducirán en el campo **Selección actual**.
Seleccione el icono que denota un apoyo empotrado en el cuadro de diálogo **Apoyos**	Selección de tipo de apoyo
Clic.B.Izq. sobre los botones **Aplicar, Cerrar**	El tipo de apoyo seleccionado se aplicará a los nudos seleccionados en la estructura

9.5.2. Definición de casos de carga y cargas

	Abre el cuadro de diálogo **Casos de carga**
Clic.B.Izq. sobre el botón **Nuevo**	Define un caso con la naturaleza permanente y la etiqueta PERM1
Clic.B.Izq. sobre el campo **Tipo** (de explotación)	Selecciona el caso de carga (carga de explotación)
Clic.B.Izq. sobre el botón **Nuevo** **Clic.B.Izq.** sobre el botón **Nuevo**	Define el botón de dos casos de carga vivas con nombres estándar EXPL1 y EXPL2
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Casos de carga**
Cargas / Tabla - Cargas	Abre la tabla para definir cargas que operan en los casos de carga definidos
Presione, para poner la tabla al fondo de la pantalla, para que se despliegue la ventana gráfica en todo el ancho de la pantalla lo que permita al modelo de la estructura definida ser visible. Se reduce el tamaño de la tabla para hacer posible la definición de la carga gráfica	Reduce el tamaño de la tabla para que la definición gráfica sea posible
La primera celda en la columna CASO	Aplicación automática de la carga permanente (dirección" -Z") para todas las barras de la estructura

Clic.B.Izq. en la segunda celda de la columna del CASO, selección del segundo caso de carga: EXPL1	Definición de cargas que operan en el segundo caso de carga
Continuando en la misma fila, **Clic.B.Izq.** la célula en la columna de **Tipo de Carga**, seleccione la carga uniforme,	Selección de tipo de carga
Clic.B.Izq. en la celda en la LISTA de la columna, seleccione en la ventana gráfica la viga 1 (barras 10 a 12)	Selecciona las barras a las que la carga uniforme se aplicará
Clic.B.Izq. en a celda en el " pz =" la columna e introduzca el valor (-20)	Selecciona la dirección y el valor de la carga uniforme
Clic.B.Izq. en la tercera celda en la columna del CASO, la selecciona el caso de carga 3 - EXPL2	Define las cargas que operan en el tercer caso de carga
Clic.B.Izq. en la celda en la columna Tipo de carga, seleccione la carga uniforme	Selecciona el tipo de carga
Clic.B.Izq. en la celda en la columna de la LISTA, seleccione gráficamente la viga 2 (barra 13)	Selecciona las barras a las que la carga uniforme se aplicará
Clic.B.Izq. en la celda en la columna "pz =" e introduzca el valor (-14)	Selecciona la dirección y valor de la carga uniforme
Cierre la tabla **Cargas**	

9.5.3. Definición de cargas de viento/nieve

Código francés: NV65 Mod.99 + Carte 96

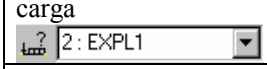
Cargas / Cargas Especiales / Viento y Nieve 2D/3D	Abre el cuadro de diálogo **Viento / Nieve 2D/3D**
Presione el botón **Auto**	Generación automática del envolvente de la estructura para la generación de cargas del viento/nieve (en el campo Envolvente, se introducirán los números de nudos siguientes: 1, 2, 3, 4, 10, 9, 13, 12, 11)
Defina los parámetros siguientes: Profundidad = (60) Separación = (10) Opciones activas: Viento, Nieve y Mostrar la nota después de calcular	Definición de los parámetros básicos de las cargas de viento/nieve
Presione el botón **Parámetros**	Abre el cuadro de diálogo adicional (cargas de viento/nieve), donde uno puede definir los parámetros detallados
Define los parámetros de carga de vientos /nieve: Pestaña Parámetros globales: Departamento: Alpes Maritimes Altitud geográfica: (200) Altitud de la estructura: (15) m Posición del suelo: (0.8) m Flecha de tejado: automática.	Define los parámetros para las cargas de viento/nieve
Etiqueta Viento: Sitio: Normal Tipo: Normal Presión del viento: automática Efecto de dimensiones de la estructura (coeficiente delta) : automático En el grupo Acciones Específicas, desactivar todas las opciones.	Define los parámetros para las cargas de viento/nieve
Etiqueta Nieve: Presión de nieve: automática para el caso normal y extremo Opción activa: Redistribución de la nieve	Define los parámetros para cargas de viento/nieve
Generar datos	Presionando el botón se inicia la generación de cargas de nieve y viento con los parámetros aceptados. La nota del cálculo aparecerá en pantalla. Se presentará los parámetros de casos de carga de viento/nieve

Cerrar al editor del texto con la nota del cálculo	
Cerrar el cuadro de diálogo **Cargas de nieve/viento**	

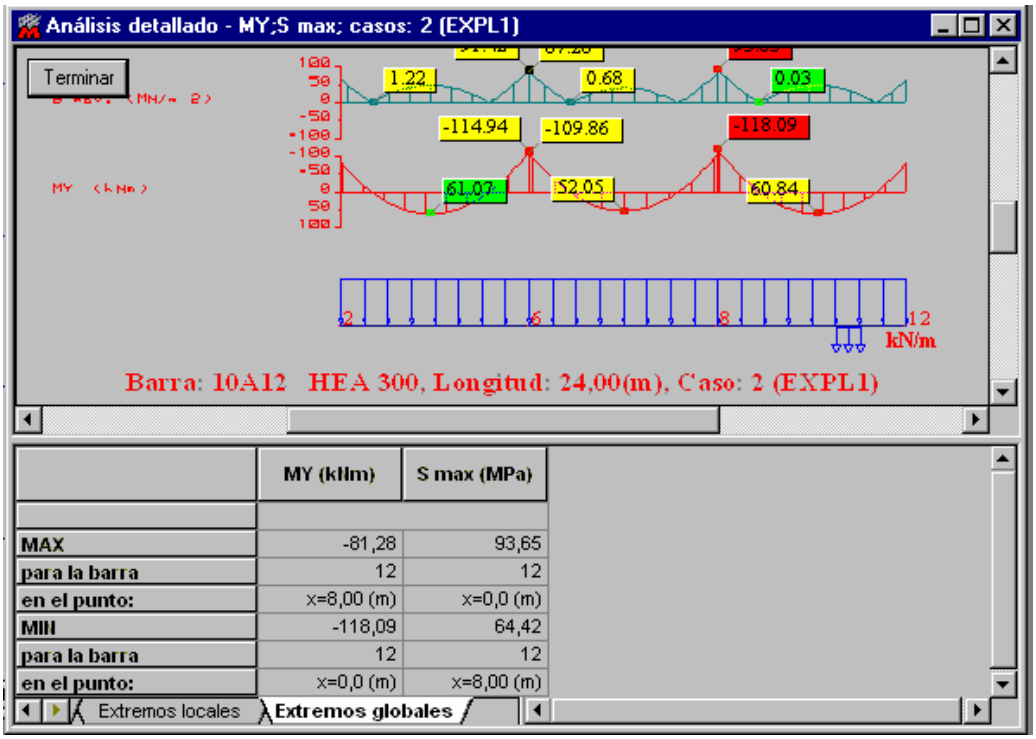
9.5.4. Análisis de la estructura

	Se inician los cálculos de la estructura definida., en la barra de título del programa del Robot desplegará el mensaje: Resultados (FEM) – disponibles.

9.5.5. Análisis Detallado

Seleccionar la Viga 1 en el visor gráfico (barra 10,11,12)	
Clic.B.Izq. en el campo de selección de esquemas del sistema ***Robot Millenium***: **Resultados / Análisis detallado**	Muestra el análisis de inicio de las barras en la estructura.
Seleccione el segundo caso de carga 	
En la ventana de **Análisis detallado** seleccione las opciones siguientes: Desactive la opción **Abrir nueva ventana** en la etiqueta **NTM** seleccione la opción **Momentos My**	Selecciona las magnitudes que estarán presentadas en la viga seleccionada
Aplicar	En pantalla aparece una ventana gráfica adicional compuesta de dos partes: la presentación gráfica de información (los diagramas, cargas, barras secciones) para las barras seleccionadas y de la tabla que presenta los resultados numéricos obtenidos para las barras seleccionadas
En el cuadro de diálogo **Análisis detallado** selecciona las opciones siguientes: Tensión máxima Smax en la etiqueta Tensiones	Selección de las magnitudes para ser presentadas para la viga seleccionada
Aplicar	Agrega las nuevas magnitudes a presentar para la viga seleccionada

Seleccione la etiqueta **Extremos Globales** en la tabla	Activa la presentación en la tabla de los extremos globales obtenidos para la viga seleccionada. La ventana gráfica de la opción *Análisis detallado* de la viga seleccionada asume la forma mostrada en la figura de abajo.



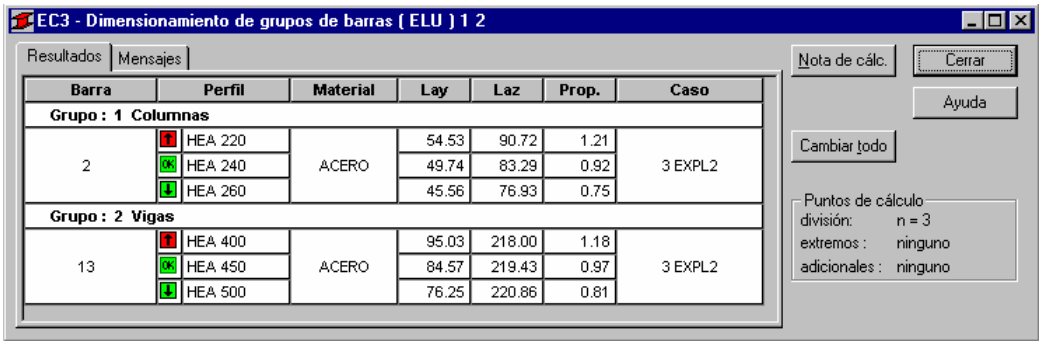
Terminar	Cierra la ventana gráfica que presenta el análisis detallado de la viga seleccionada

9.5.6. Diseño de la Estructura

Eurocode 3

Clic.B.Izq. en ***Robot Millenium*** selección del sistema por defecto: **Dimensionamiento / Barras de acero/aluminio (dim)**	Diseña las piezas de la estructura de acero. La pantalla se divide en tres partes: • ventana gráfica, • cuadro de diálogo **Definiciones** • cuadro de diálogo **Cálculos.**
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** en la pestaña **Grupos** en la ventana **Definiciones**	Inicia la definición de grupos de piezas

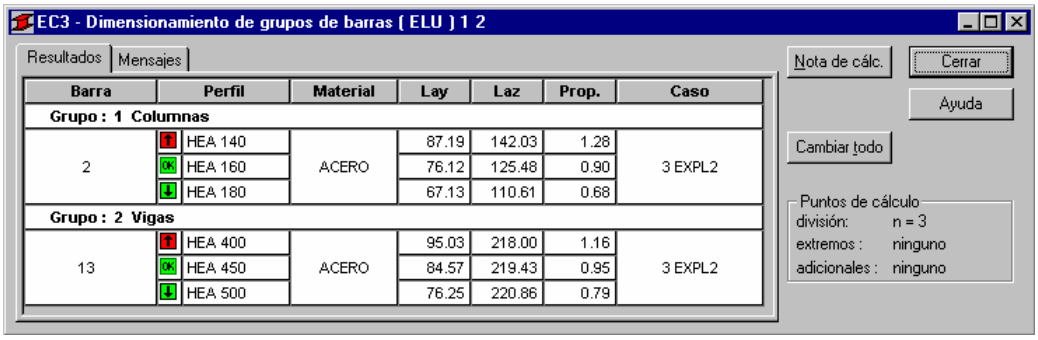
Define el primer grupo con los siguientes parámetros: Número : 1 Nombre: Columnas Lista de piezas: 1A 9 Material: Acero	Definición del contenido del primer grupo en todas las columnas de la estructura
Guardar	Guarda los parámetros del primer grupo de piezas
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** en la pestaña **Grupos** en la ventana **Definiciones**	Definición del segundo grupo
Define los parámetros del segundo grupo Número: 2 Nombres :Vigas Lista de piezas: 10 A 15 Material : Acero	Define la consistencia del segundo grupo y todas las vigas de la estructura.
Guardar	Guarda los parámetros de las piezas de segundo grupo
Clic.B.Izq. en el botón **Lista** en el cuadro de diálogo **Cálculos**	Empieza la definición de la lista de los grupos de barras en el cuadro de diálogo **Selección de grupos**
Clic.B.Izq. en el botón **Todo** (en el espacio sobre el botón **Anterior**, allí aparecerá la lista de 1 a 2), **Cerrar**	Selecciona el grupo de piezas para diseñar
Clic.B.Izq. el botón ***Selección de casos de carga*** en el cuadro de diálogo **Cálculos**	Abre las **Selección de casos de carga** en el cuadro de diálogo
Clic.B.Izq. en el espacio anterior al botón **Precedente**; allí aparecerá la lista 1 A 3, **Cerrar**	Selecciona el primer caso que esta cerca del tercero
Activar la opción: *Optimizar* Estado límite : Último	El grupo diseñado definitivo usará los procedimientos de optimización (secciones apropiadas con respecto a su peso); el estado límite ultimo se verificará
Clic.B.Izq. el botón **Calcular**	Comienza el diseño de las piezas del grupo; Allí aparecen los **resultados sorteados** en la pantalla



Barra	Perfil	Material	Lay	Laz	Prop.	Caso
Grupo : 1 Columnas						
2	HEA 220	ACERO	54.53	90.72	1.21	3 EXPL2
	HEA 240		49.74	83.29	0.92	
	HEA 260		45.56	76.93	0.75	
Grupo : 2 Vigas						
13	HEA 400	ACERO	95.03	218.00	1.18	3 EXPL2
	HEA 450		84.57	219.43	0.97	
	HEA 500		76.25	220.86	0.81	

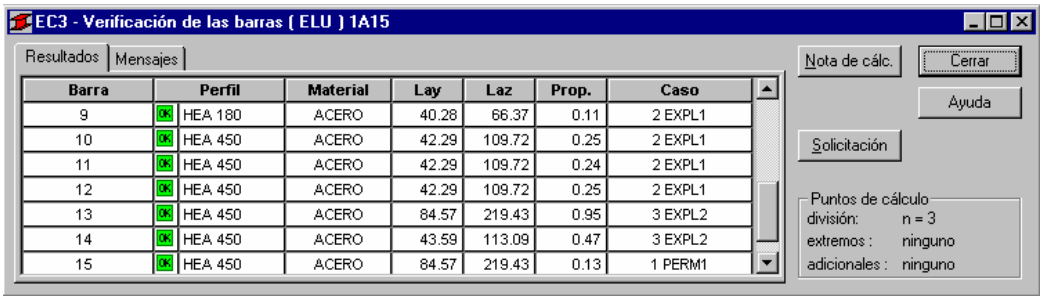
Clic.B.Izq. el botón **Cambiar todo** en el cuadro de diálogo dimensionamiento de grupos de barras	Cambia los perfiles usados en las piezas que pertenecen a ambos grupos de miembro a las secciones calculadas • Para columnas: de HEA300 a HEA240, • Para vigas: de HEA300 a HEA450. Una vez que cambian las secciones, la barra superior de Robot mostrará el mensaje siguiente: Resultados (EF) – no actuales.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Dimensionamiento de grupos de barras**
	Vuelve a calcular la estructura con el cambio de secciones de las piezas. Una vez que cambian las secciones, la barra de título de Robot mostrará el mensaje siguiente: Resultados (EF) – disponibles.
Clic.B.Izq. en el botón **Calcular** en el cuadro de diálogo Cálculos	Re – diseño para la pieza seleccionada agrupada en la estructura (1,2) con las opciones de optimización activa; allí aparecerá la ventana gráfica con los resultados sorteados.
Clic.B.Izq. el botón **Cambiar todo** en el cuadro de diálogo **Dimensionamiento de grupos de piezas**.	Cambia los perfiles usados en las piezas y secciones que pertenecen a ambos grupos de miembro y secciones calculadas. • Para columnas: de HEA240 a HEA200, • Para vigas: sin cambios (HEA450). Una vez que cambian las secciones , la barra superior de Robot mostrará el mensaje siguiente: Resultados (EF) – no actuales
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo Dimensionamiento de grupos de piezas
	Re-cálcula la estructura con los cambios en las piezas y secciones. Una vez que se han realizado los cambios en las secciones, la barra de título de Robot mostrará el mensaje siguiente: Resultados (FEM) disponibles.

Clic.B.Izq. en el botón **Calcular** en el cuadro de diálogo Cálculos	Re – diseño para la pieza seleccionada agrupada en la estructura (1,2) con las opciones de optimización activa; allí aparecerá la ventana gráfica con los resultados sorteados.
Clic.B.Izq. el botón **Cambiar todo** en el cuadro de diálogo **Dimensionamiento de grupos de piezas**.	Cambia los perfiles usados en las piezas y secciones que pertenecen a ambos grupos de miembro y secciones calculadas. • Para columnas: de HEA200 a HEA180, • Para vigas: sin cambios (HEA450). Una vez que cambian las secciones , la barra superior de Robot mostrará el mensaje siguiente: Resultados (EF) – no actuales
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo Dimensionamiento de grupos de piezas
	Re-cálcula la estructura con los cambios en las piezas y secciones. Una vez que se han realizado los cambios en las secciones, la barra de título de Robot mostrará el mensaje siguiente: Resultados (FEM) disponibles.
Clic.B.Izq. en el botón **Calcular** en el cuadro de diálogo **Cálculos**	Redimensiona los grupos para las piezas seleccionadas en la estructura (1,2) con las opciones de optimización activas. Aparecerá la ventana gráfica de los resultados simplificados mostrada abajo. Cuando las secciones no cambian durante el diseño de los grupos uno puede decir que las secciones calculadas son las secciones óptimas para los grupos de piezas.



Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Dimensionamiento de grupos de barras**
Clic.B.Izq. en el campo Verificación piezas. En la ventana Cálculos introduzca: 1 A 15)	Selecciona las piezas para verificar

Clic.B.Izq. el carga, caso, lista y campo en el cuadro de diálogo Cálculos y entra allí: (1A3)	Selecciona todos los casos de carga
Clic.B.Izq. botón **Calcular**	Inicia la selección de las piezas de la estructura (esto se realiza para obtener los resultados para las piezas de estructura en particular; sin embargo, no es necesario); allí se desplegará la ventana de los resultados simplificados.



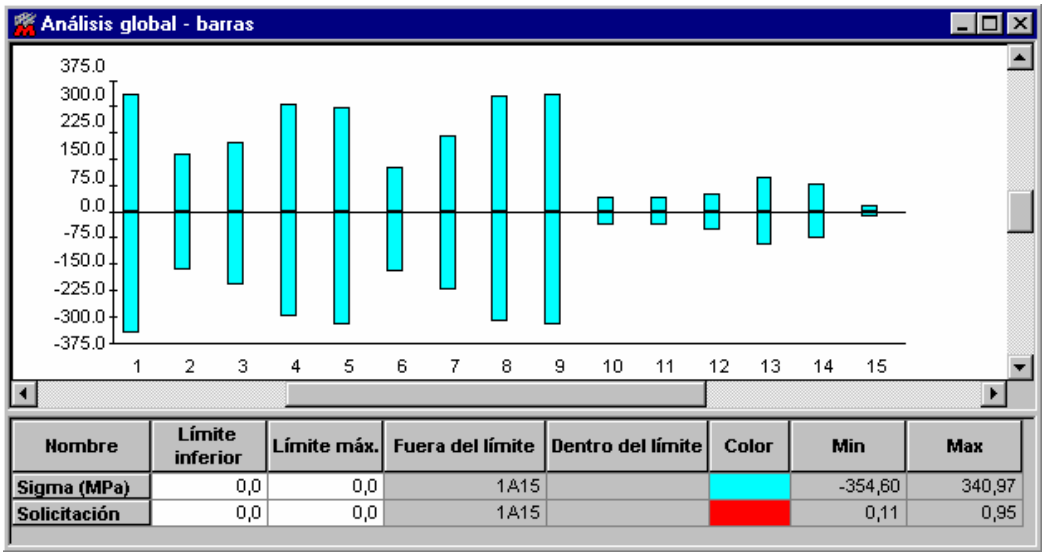
Barra		Perfil	Material	Lay	Laz	Prop.	Caso
9	OK	HEA 180	ACERO	40.28	66.37	0.11	2 EXPL1
10	OK	HEA 450	ACERO	42.29	109.72	0.25	2 EXPL1
11	OK	HEA 450	ACERO	42.29	109.72	0.24	2 EXPL1
12	OK	HEA 450	ACERO	42.29	109.72	0.25	2 EXPL1
13	OK	HEA 450	ACERO	84.57	219.43	0.95	3 EXPL2
14	OK	HEA 450	ACERO	43.59	113.09	0.47	3 EXPL2
15	OK	HEA 450	ACERO	84.57	219.43	0.13	1 PERM1

Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo Verificación de las barras

9.5.7. Análisis Global

Clic.B.Izq. el ***Robot Millenium*** selección de un esquema del sistema: **Modelo / Inicio**	Selección del esquema inicial del ***Robot Millenium*** .
En el menú, seleccione el comando **Resultados / Análisis global – Barra**	Empieza el análisis global de todas las barras en la estructura. Una ventana gráfica adicional aparece en la pantalla. Se compone de dos partes: • presentación gráfica de información • tabla que presentan los resultados numéricos
Clic.B.Der. mientras el cursor se localiza en el cuadro de diálogo adicional	Un menú contextual aparece en la pantalla
Columnas	Selecciona las opciones en el menú contextual abierto en el cuadro de diálogo **Parámetros para las ventanas de presentación**
En la etiqueta Tensiones, active la opción Normal . En la etiqueta Dimensionamiento, active la opción **Solicitación**	Selección de magnitudes para presentar en el análisis global.
Clic.B.Izq. en el botón OK	La selección se acepta
Clic.B.Der. mientras el puntero se localiza en la ventana adicional	Un menú contextual aparece en pantalla

Seleccione la opción **Mostrar siempre los límites**.	Los valores de límite se presentan con líneas horizontales en la ventana gráfica correspondiente al análisis global. El esquema del análisis global asume la forma presentada de abajo.



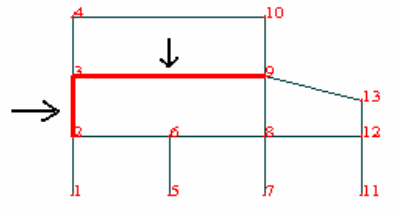
Nombre	Límite inferior	Límite máx.	Fuera del límite	Dentro del límite	Color	Min	Max
Sigma (MPa)	0,0	0,0	1A15			-354,60	340,97
Solicitación	0,0	0,0	1A15			0,11	0,95

Cerrar	Cierra la ventana gráfica donde el análisis global de la estructura es presentado.

9.5.8. Diseño de uniones de acero

Código: Eurocode 3

Clic.B.Izq. el campo de selección de esquemas de sistema ***Robot Millenium*** Dimensionamiento / Uniones de acero (dim)	Inicia el dimensionamiento de las uniones de acero. La ventana gráfica será dividida en dos partes: cuadro de diálogo ***Inspector de objetos*** (Uniones de acero) y zona gráfica; en la pate inferior del cuadro de diálogo están disponibles tres fichas: *Esquema*, *Vista 3D* y *Estructura*.
Pase en la ficha **Estructura**. Seleccione la media barra del segundo nivel y la parte central de la viga izquierda– mientras presiona el botón CTRL, pulse el botón izquierdo del ratón de la barra mencionada	Selección de la barra mencionada las barras para las que la conexión se verificará. Las barras seleccionadas marcadas con flechas ver figura de abajo.



Uniones / Nueva unióm para las barras seleccionadas	Definición de la unión entre las barras seleccionadas; en el cuadro de diálogo ***Definición de la unión*** aparecen unas fichas. En estas fichas se puede definir los parámetros específicos de la unión.
Seleccione la opción **Soldada** en el cuadro de diálogo de **Definición de la unión, Aplicar**	Seleccion de un tipo de unión de acero.
Pase en la ficha *Otros*	Selección de la ficha en el cuadro de diálogo ***Definición de la unión***
En los campos de edición entre los valores definiendo los espesores de las soldaduras: 6 mm para las alas y el alma, 3 mm para los rigidizadores	Definición del espesor de las soldaduras
Aplicar, Cerrar	Validación de las modificaciones efectuadas u cierre del cuadro de diálogo ***Definición de la unión***
Unions / Calcular	Abertura del cuadro de diálogo ***Cálculo de las uniones***

Selecciona los extremos izquierdos de los nudos de soporte	Selección de barras para las que la conexión se verificará (base de una columna de hormigón armado)
Clic.B.Izq. sobre el botón **Crear** en el cuadro de diálogo **Definición de la unión**	Una conexión se define entre las barras seleccionadas. El cuadro de diálogo empieza a desplegar varias etiquetas.
Clic.B.Izq. en el campo de *Vista de la unión* se presenta el dibujo de conexiones definidas	Los cambios del menú.
Análisis / Calcular	Abre la ventana **Cálculo de las uniones**

Clic.B.Izq. lista de **Casos de Carga**	Define los casos de carga considerados durante la verificación de la unión.
Introduzca (1 A 3)	Selección de todos los casos de carga.
Clic.B.Izq. botón ***Calcular***	Verificación de la conexión es iniciada.

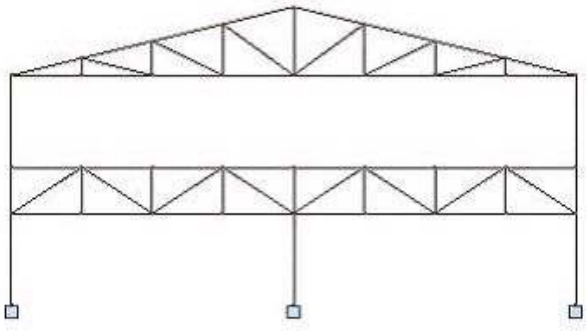
9.5.9. Composición de Impresión

Clic.B.Izq. Archivo ***Robot Millenium*** selección del esquema del sistema ***Modelo / Inicio***	Selección del esquema inicial de ***Robot Millenium***.
Archivo / Componer impresión	Abriendo la ventana de **Composición de la Impresión**, se puede definir la forma de la impresión del diseño de estructura actual.
Clic.B.Izq. Edición Simplificada	Va a la edición de de impresión simplificada.
Desactive las opciones (símbolo ☐): Mediciones y Combinaciones	Datos concernientes a las mediciones y combinaciones no serán incluidos en la copia impresa.
Seleccione los datos siguientes de las listas disponibles: Reacciones – Extremos globales Desplazamientos - Envolvente Esfuerzos – Valores Tensiones - Envovente	Selección de datos presentados en los resultados de cálculos de la estructura.
Clic.B.Izq. botón **Guardar**	Presionando este botón, los resultados son enviados a la pestaña Plantillas en la ventana de **Composición de la impresión**, los elementos seleccionados para la impresión simplificada serán puestos en el Panel Derecho.
Clic.B.Izq. botón **Nuevo** en la pestaña Plantillas	Definición de una nueva plantilla de usuario.
En el panel izquierdo, aparecerá una línea adicional donde se debe escribir el nombre de la nueva plantilla. Ej. *Mi plantilla* y aprieta el botón ***ENTER***.	Guarda la plantilla del usuario.
Clic.B.Izq. en la pestaña ***Estándar***	Pasa a la etiqueta ***Estándar.***
Resaltar la opción en el Panel izquierdo: ***Dimensionamiento de grupos de piezas***	Selecciona los elementos para la composición de la Impresión.
Clic.B.Izq. botón ***Abrir***	Pasa a la opción seleccionada en el panel derecho.
Clic.B.Izq. botón ***Vista preliminar***	Presenta la visualización previa de la impresión definida por el diseño de la estructura.
Cerrar	Cierra la vista preliminar de la impresión.

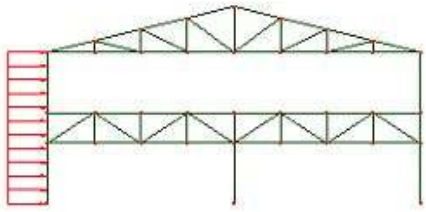
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Composición de la impresión.***

9.6. Ejemplo de definición de las cargas móviles – estructura plana (pórtico 2D)

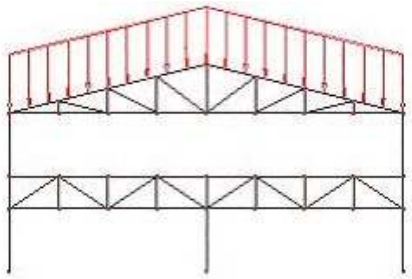
Este ejemplo presenta la definición, análisis y dimensionamiento de un pórtico plano simplemente representado en el dibujo de abajo, por la estructura para la cual ha sido definido el caso de carga móvil.
Unidades de datos: (m) y (kN).



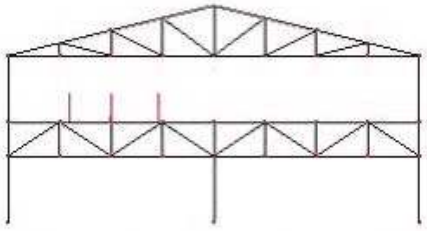
La estructura será solicitada por tres casos de carga (peso propio y dos casos de carga - nieve y viento – representados en el dibujo de abajo). Además será aplicado un caso de carga móvil.



CASO 2



CASO 3



CASO DE CARGA MÓVIL

Durante la descripción de la definición de la estructura se aplicarán las siguientes reglas:

- cualquier ícono significa hacer un clic con el botón izquierdo del ratón sobre este ícono,
- { x } significa la selección de la opción 'x' del cuadro de diálogo ,
- **Clic.B.Izq.** y **Clic.B.Der**. – estas abreviaturas son utilizadas respectivamente por el clic en el botón izquierdo o derecho del ratón.

Para empezar la definición de la estructura, abre el sistema ***Robot Millennium*** (haga clic sobre el ícono correspondiente o seleccione el comando del menú o de la barra de herramientas). En la ventana que aparece en la pantalla (está descrito en el capítulo 2.1) seleccione el primer ícono de la primera línea (***Pórtico plano***)

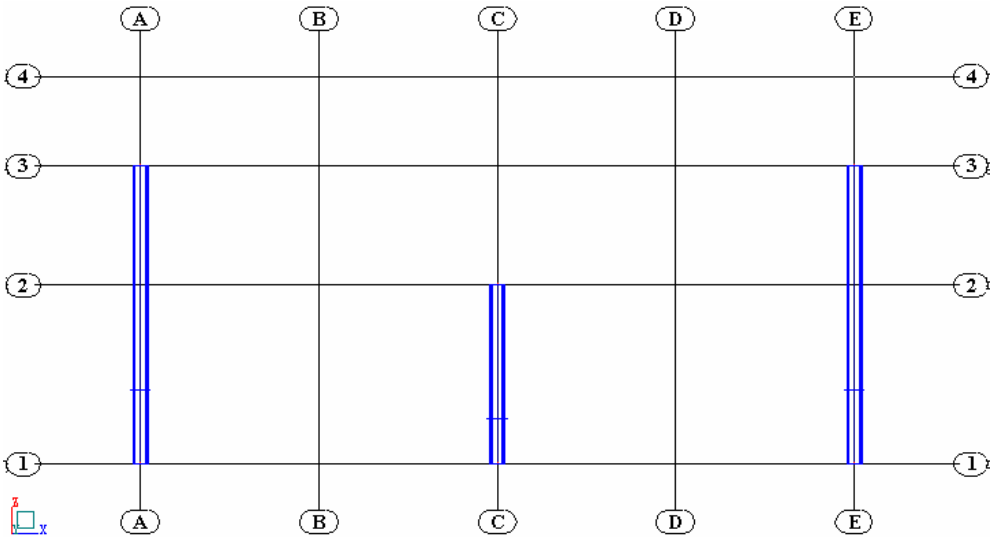
.

9.6.1. Definición del modelo de la estructura

ACCION EFECTUADA	DESCRIPCION
	Inicio de la definición de las líneas de construcción. En la pantalla aparece el cuadro de diálogo **Líneas de construcción**
En la pestaña X: Posición: {0} Repeticiones: {4} Distancia: {3} Numeración: A, B, C ...	Definición de los parámetros de las líneas de construcción verticales.
Clic.B.Izq. en el botón **Insertar**	Las líneas verticales han sido definidas
Clic.B.Izq. en la pestaña Z	Inicio de la definición de los parámetros de las líneas de construcción horizontales.
En la pestaña Z: Entra las siguientes coordenadas para las posiciones de las líneas sucesivas: {0}, **Insertar** {3}, **Insertar** {5}, **Insertar** {6.5}, **Insertar** Numeración: 1, 2, 3 ...	Definición de los parámetros de las líneas de construcción horizontales.
Clic.B.Izq. en los botones: ***Aplicar***, ***Cerrar***	Creación de las líneas de construcción definidas y cierre del cuadro de diálogo **Líneas de construcción**

9.6.1.1. Definición de las barras de la estructura

	Abre el cuadro de diálogo **Secciones**
	Abre el cuadro de diálogo **Nueva sección**
Seleccione la familia de las secciones en I. En el campo *Sección* seleccione perfiles: HEA 200, HEA 260 y IPE200 **Agregar, Cerrar**	Define nueva sección y cierra el cuadro de diálogo **Nueva sección**
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Sección**
	Abre el cuadro de diálogo **Barra**
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de barra** y seleccione: ***Columna*** **Clic.B.Izq.** en el campo **Sección** y seleccione ***HEA 260***	Selección de las características de la barra
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el fondo del campo cambiara en verde)	Empieza a definir las barras en la estructura (columnas de la estructura)
Columna 1 – entre los puntos A1-A3 de coordenadas: (0;0) (0;5) Columna 2 – entre los puntos E1-E3 de coordenadas: (12;0) (12;5) Columna 3 – entre los puntos C1-C2 de coordenadas: (6;0) (6;3)	Definición de las barras de la estructura. La estructura realizada hasta este momento está presentada en el dibujo de abajo..
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Barra**

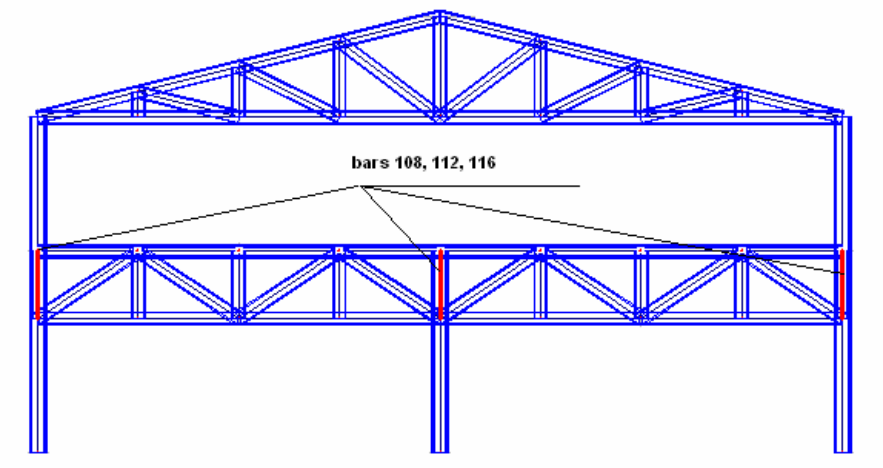


9.6.1.2. Definición de la estructura tipo (tejado y viga de soporte de puente grua)

	Abre el cuadro de diálogo **Estructura tipo** y empieza a definir la estructura tipo (tejado)
Clic.B.Izq. (2 veces) en el ícono (1er ícono en la última fila)	Selección de la celosía triangular tipo 1. En la pantalla aparece la ventana **Insertar estructura** , en la que se puede definir los parámetros de la celosía .
En la pestaña *Dimensiones* **Clic.B.Izq.** en el campo *Longitud L* {12}	Definición de la longitud de la celosía (es posible definirla también de una manera gráfica en el visor gráfico)
Clic.B.Izq. en el campo *Altitud H* {1.5}	Definición de la altitud de la celosía (es posible definirla también de una manera gráfica en el visor gráfico)
Clic.B.Izq. en el campo *Número de paneles* {8}	Definición del número de los paneles en los que la celosía será dividida por las diagonales
Clic.B.Izq. en la pestaña *Insertar*	
Clic.B.Izq. en el campo *Punto de inserción* Seleccione el punto A3 de coordenadas (0,0,5)	Definición del nudo inicial de la celosía

Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar, OK**	Crea la celosía definida en la posición seleccionada de la estructura. Cierra el cuadro de diálogo **Insertar estructura**
	Vuelve a abrir e el cuadro de diálogo **Estructura tipo** y comienza a definir la estructura tipo (viga de soporte de puente grua)
Clic.B.Izq. (2 veces) en el ícono	Selección de la celosía rectangular tipo 3. En la pantalla aparece la ventana **Insertar estructura**, en la que se pueden definir los parámetros de la celosía.
En la pestaña *Dimensiones* **Clic.B.Izq.** en el campo *Longitud L* {12}	Definición de la longitud de la celosía (es posible definirla también de una manera gráfica en el campo gráfico)
Clic.B.Izq. en el campo *Altura H* {1.0}	Definición de la altura de la celosía (es posible definirla también de una manera gráfica en el campo gráfico)
Clic.B.Izq. en el campo *Número de paneles* {8}	Definición del número de los campos en los que la celosía será dividida por las diagonales
Clic.B.Izq. en la pestaña *Insertar*	
Clic.B.Izq. en el campo *Punto de inserción* Seleccione el punto de coordenadas (0,0,2)	Definición del nudo inicial de la celosía
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar, OK**	Crea la celosía definida en un lugar seleccionado. Cierra el cuadro de diálogo **Insertar estructura**
	Abre el cuadro de diálogo **Perfiles**
Clic.B.Izq. en el campo *Líneas/barras*. Seleccione por ventana todas las barras de las dos celosías	Selección de barras de los diagonales
Clic.B.Izq. en el perfil IPE 200 Validación del reemplazamiento del material por el material por defecto	Selección del perfil que será aplicado a las barras seleccionadas
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	Aplicar el perfil IPE 200 a todas las barras de las diagonales

Clic.B.Izq. en el campo *Líneas/barras*. Seleccione el cordón superior de la celosía soporte del puente grua	Selección de barras (barra n.°8)
Clic.B.Izq. en el perfil HEA 200	Selección del perfil que será aplicado a las barras seleccionadas
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar, Cerrar**	Aplicar el perfil HEA 200 a las barras de la celosía Cerrar el cuadro de diálogo **Perfiles**
Seleccione las columnas laterales de la celosía soporte del puente grua y también de la columna central (véase el dibujo) – las barras son resaltadas (barras 108, 112 y 116)	
Presione la tecla **Eliminar**	Eliminación de las barras seleccionadas.



9.6.1.3. Definición de los apoyos

	Abre el cuadro de diálogo **Apoyos**
Clic.B.Izq. en el campo *Selección actual* en la ficha *Nudo*	Selección de las barras de la estructura, en los que se definirán las barras de la estructura

Pase al campo gráfico manteniendo presionado el botón izquierdo del ratón. Resalte por ventana todos los nudos inferiores de las columnas (Puntos que se encuentran en el nivel de la línea de construcción 1)	En el campo *Selección actual* se inscribirán los nudos seleccionados: 1 3 5
En el cuadro de diálogo **Apoyos s**eleccione el ícono que denomina al apoyo empotrado (será resaltado)	Selecciona el tipo de apoyo
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	El tipo de apoyo seleccionado será aplicado en los nudos seleccionados de la estructura
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Apoyos**

9.6.1.4. Definición de cargas de la estructura

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo de estructura / Cargas**	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium*** que permite la definición de las cargas de la estructura
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** del cuadro de diálogo **Casos de carga**	Definición de caso de carga de la naturaleza: peso propio y con el nombre estándar PERM1
Clic.B.Izq. en el campo ***Naturaleza*** *VIENTO*	Selección de la naturaleza VIENTO para el caso de carga
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Definición de caso de carga de la naturaleza VIENTO y con el nombre estándarVIENTO1
Clic.B.Izq. en el campo ***Naturaleza*** *Nieve*	Selección de la naturaleza del caso de carga: nieve
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Definición de caso de carga de la naturaleza nieve y con el nombre estándar NIEVE1
	En la primera fila ha sido aplicado automáticamente el peso propio en todas las barras de la estructura (en la dirección „-Z”)
Clic.B.Izq. en el segundo campo de la columna CASO, Seleccione 2. caso de carga VIENTO1	Definición de cargas aplicadas para el segundo caso de carga
Clic.B.Izq. en el campo de la columna Tipo de carga, Seleccione la sobrecarga uniforme	Selección de tipo de carga
Clic.B.Izq. en el campo de la columna LISTA, Selección gráfica en el campo gráfico de la columna izquierda de la estructura	Selección de barra a la que será aplicada la carga uniforme (barra n.°1)

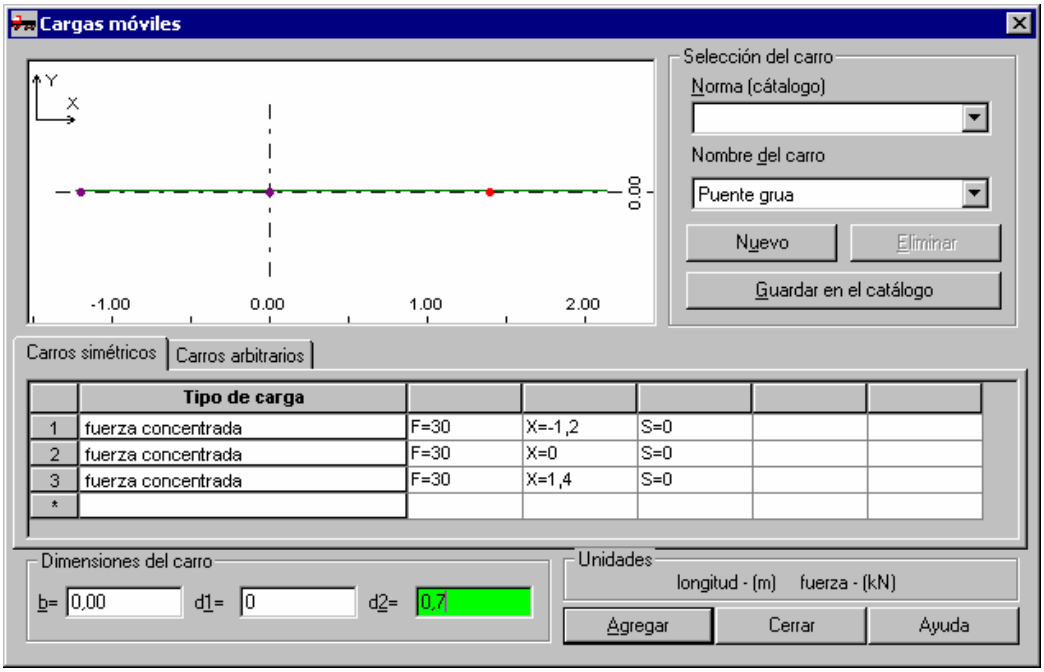
Clic.B.Izq. en el campo de la columna "px=" y entre los valores 5.0	Selección de la dirección y los valores de carga
Clic.B.Izq. en la tercera celda de la columna CASO, Selección 3. caso de carga NIEVE1	Definición de cargas aplicadas para el tercer caso de carga
Clic.B.Izq. en el campo de la columna tipo de carga, selección de la sobrecarga uniforme	Selección de tipo de carga
Clic.B.Izq. en el campo de la columna LISTA, Selección gráfica en el campo gráfico de los cordones superiores de la celosía del tejado	Selección de barras, a las que será aplicada la carga uniforme (barras 5 y 6)
Clic.B.Izq. en el campo de la columna "pz=" y entre los valores -3.0	Selección de la dirección y los valores de la carga uniforme
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo de estructura / Inicio**	Selección de la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***

9.6.1.5. Definición de la carga móvil aplicada a la estructura

Herramientas / Preferencias para el proyecto	Abre el cuadro de diálogo **Preferencias del proyecto**
Clic.B.Izq. en la opción **Catálogos / Catálogo de carros**	Selección de la opción en el árbol ubicado en la parte izquierda del cuadro de diálogo
	Si presiona el ícono **Crear nueva base del usuario**, el programa abre el cuadro de diálogo **Nueva Carga móvil**.

Entre: En el campo *Catálogo* – USUARIO En el campo *Nombre del catálogo* - Catálogo del usuario Unidades : longitud - (m) Fuerza - (kN)	Definición de la base del usuario
Crear	Cierra el cuadro de diálogo ***Nueva carga móvil***
OK	Cierra el cuadro de diálogo ***Preferencias del proyecto***
Cargas / Cargas especiales / Cargas móviles	Abre el cuadro de diálogo ***Cargas móviles***
	Abre el cuadro de diálogo ***Carga móvil*** y empieza la definición del nuevo carro
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Definición del nuevo carro
En la ficha *Simétrica* entre el nombre del carro: *Puente grua* **OK**	Nombra el nuevo carro y cierra el cuadro de diálogo
Clic.B.Izq. en la primera línea que se encuentra en la tabla en la parte inferior del cuadro de diálogo	Definición de las fuerzas aplicadas
Selección de tipo de carga: Fuerza concentrada	Selección de tipo de carga
F = 30, X = -1.2, S = 0	Definición de valor y posición de la fuerza concentrada.
Clic.B.Izq. en la siguiente línea que se encuentra en la tabla en la parte inferior del cuadro de diálogo	Definición de las fuerzas aplicadas
Selección de tipo de carga: Fuerza concentrada	Selección de tipo de carga
F = 30, X = 0.0, S = 0	Definición de valor y posición de la fuerza concentrada

Clic.B.Izq. en la siguiente línea que se encuentra en la tabla en la parte inferior del cuadro de diálogo	Definición de las fuerzas aplicadas
Selección de tipo de carga: Fuerza concentrada	Selección de tipo de carga
F = 30, X = 1.4, S = 0	Definición de valor y posición de la fuerza concentrada. El cuadro de diálogo ***Cargas móviles*** está representado en el dibujo presentado a continuación



Clic.B.Izq. en el botón **Guardar en el catálogo**	Abre el cuadro de diálogo *Catálogos de cargas móviles*
OK en el cuadro de diálogo *Catálogos de cargas móviles*	Guarda el carro definido en el catálogo del usuario
Agregar, Cerrar	Añade el carro definido a la lista de los carros activos y también cierra el cuadro de diálogo *Cargas móviles*

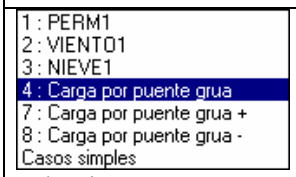
En el campo **Nombre** entre el nombre de la carga móvil (Caso 4): *Carga por puente grua*	Definición del nombre de la carga móvil
Clic.B.Izq. en el botón **Definir**	Definición del camino (trayecto) del carro Puente grua; Se abre el cuadro de diálogo *Polilínea - contorno* con la opción *Polilinia* activada
Defina en la ventana gráfica dos puntos que definan el camino del carro: Inicio (0;3) Fin (12;3)	Definición del camino de carro
Aplicar, Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Polilínea - contorno***
Clic.B.Izq. en el campo *Paso* {1} Se aplicará el valor predefinido en la dirección (0;0;-1) eso supone que la carga va actuar en la dirección del eje Z, y su dirección será contraria a la dirección del eje Z	Definición del paso de la modificación de la carga móvil y de la dirección de aplicación de la carga
Clic.B.Izq. en la opción *Selecciónar* que se encuentra en el campo *Plano de aplicación*	Selección de la superficie de aplicación de la carga
{8}	Selección del cordón superior de la celosía podsuwnicowej (barra n.°8)
Clic.B.Izq. en el botón **Parámetros**	Abre el cuadro de diálogo ***Parámetros del camino***
Clic.B.Izq. en el campo para los coeficientes: coeficiente LP y coeficiente LL y entre los valores 0.1	Definición de los coeficientes para la fuerza aplicada a lo largo del trayecto del desplazamiento del carro. Genera los valores que provienen del frenado del carro por los valores 0.1*F
Activación de la opción: *Limite de la posición del carro – principio* *Limite de la posición del carro – final*	Activación de estas opciones asegura que las fuerzas que definen la carga de puente grua no se encontrarán fuera del modelo de la estructura definida
OK	Cierra el cuadro de diálogo ***Parámetros del camino***

Aplicar, Cerrar	Generación del caso de carga móvil conforme con los parámetros establecidos y cierra el cuadro de diálogo ***Cargas móviles***

9.6.2. Análisis de la estructura

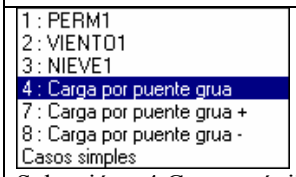
Herramientas / Preferencias para el proyecto	Abre el cuadro de diálogo **Preferencias del proyecto**
Análisis de la estructura	Selección de la opción Análisis de la estructura en el árbol disponible en el cuadro de diálogo
Método de solucionar los sistemas de ecuaciones : iterativo	Selección del método de resolución del sistema de ecuaciones para la estructura definida
OK	Acepta los parámetros establecidos y cierra el cuadro de diálogo **Preferencias del proyecto**
	Empieza los cálculos para la estructura definida. Después de efectuar los cálculos, en la barra superior del programa **Robot** se presentará la siguiente información: Resultados MEF - actuales

9.6.3. Presentación del carro y del caso de carga móvil

Ver/Atributos	Abre el cuadro de diálogo **Visualizar Atributos**
Pestaña **Cargas** Entre la **opción Cargas móviles – carro** **OK**	Presenta el carro definido en la estructura
 Selección 4: Carga por puente grua	Selección 4. Caso de carga (Carga por puente grua)
Cargas/Seleccionar componente del caso	Abre el cuadro de diálogo **Componente del caso**
Selección : Componente actual 4	Selecciona el cuarto componente del caso de carga móvil
Clic.B.Izq. en el botón **Animación**	Abre el cuadro de diálogo **Animación**

Clic.B.Izq. en el botón **Iniciar**	Empieza la animación de la carga móvil en la estructura; El carro se trasladará según el camino definido
Detener la animación (**Clic.B.Izq.** en el botón) Ocultar la barra de animación.	Detiene la animación del carro
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo *Componente del caso*

9.6.4. Análisis de los resultados

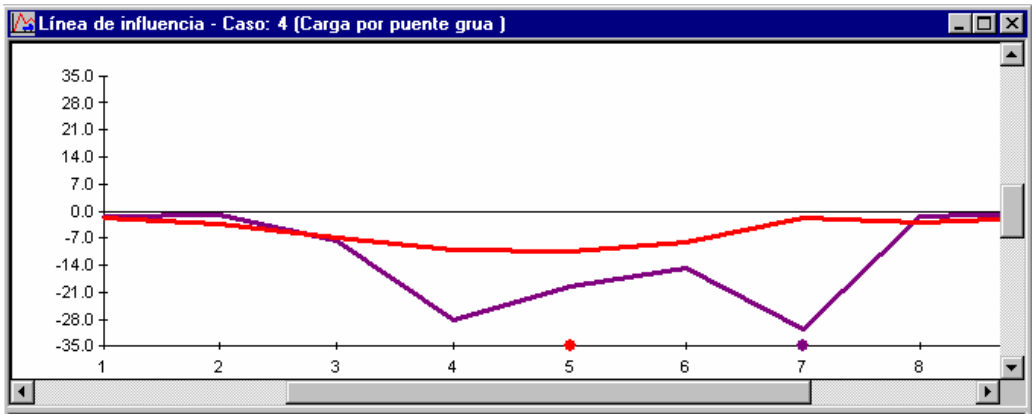
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Resultados / Resultados**	Pasa a la ventana **Resultados** del sistema ***Robot Millennium***. La ventana será dividida en tres zonas: el campo gráfico que contiene el modelo de la estructura, el cuadro de diálogo ***Diagramas*** y tabla con presentación de los valores de la reacción ATENCIÓN: en la tabla se presenta también los casos adicionales para la carga móvil (señalados con símbolos "+" y "-") que define los valores para el envolvente, respectivamente superior e inferior.
 Selección : 4 Carga móvil	Selección 4. Caso de carga (Carga por puente grua)
Activación de la opción *Momento My* en el cuadro de diálogo ***Diagramas***	Selección de la presentación de momento flector en la estructura para el caso de carga móvil seleccionado
Selección de la pestaña *Deformación* en el cuadro de diálogo ***Diagramas*** Activación de la opción *Deformación*	Selección de la presentación de la deformación de la estructura para un caso de carga móvil seleccionado
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	Presentación del diagrama del momento flector y de la deformación de la estructura. De una manera similar se pueden presentar los diagramas de otras magnitudes accesibles en el cuadro de diálogo Diagramas

Cargas/Seleccionar componente del caso	Abre el cuadro de diálogo *Componente del caso*
Clic.B.Izq. en el botón **Animación**	Abre el cuadro de diálogo *Animación*
Clic.B.Izq. en el botón **Iniciar**	Empieza la animación del momento flector y de la deformación de la estructura
Detener la animación (**Clic.B.Izq.** en el botón) Ocultar la barra de animación	Detiene la animación
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Componente del caso***
Desactivación de la opción *Momento My* en el cuadro de diálogo ***Diagramas***	
Selección de la pestaña *Deformación* en el cuadro de diálogo ***Diagramas*** Desactivación de la opción *Deformación* **Aplicar**	

9.6.5. Líneas de influencia

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Inicio**	Pasa a la pantalla inicial del sistema ***Robot Millennium***.
Resultados / Avanzado / Línea de influencia	Abre el cuadro de diálogo ***Línea de influencia***
En la pestaña *NTM* del cuadro de dialogo ***Líneas de influencia*** active dos opciones: My y Fz	Selección de la presentación del momento flector y de la fuerza cortante para el caso de carga móvil
Clic.B.Izq. en el campo *Elemento* y entre {8}	Selección de la barra, para la que será presentada la línea de influencia; Posición del punto (igual a 0.5) significa que la línea de influencia será creada para el punto que se encuentra en la mitad de la longitud de la barra

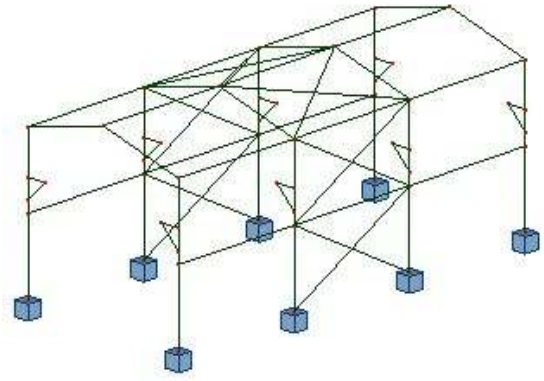
Aplicar	Abre una ventana adicional, en el que serán presentadas las líneas de influencia de las magnitudes seleccionadas (véase el dibujo presentado a continuación)
En la pestaña *Nudo* del cuadro de diálogo ***Línea de influencia*** active dos opciones: Ux y Uz	Selección de la presentación de desplazamientos de los nudos para los caso de carga móvil
Clic.B.Izq. en el campo *Nudo* y entre {2}	Selección del nudo, para el que serán presentadas las líneas de influencia
Activación de la opción *Abre nueva ventana*	Los diagramas de la línea de influencia para el nudo n.°2 serán presentados en una nueva ventana
Aplicar	Abre una ventana adicional, en la que serán presentadas la líneas de influencia de las magnitudes seleccionadas
Clic.B.Der. estando en el cuadro de diálogo ***Línea de influencia***, en el que están presentadas las líneas de influencia para en nudo 2	Abre el menú contextual
Agregar coordenadas	Selección de esta opción causa que en la tabla que se encuentra por debajo de los diagramas de la línea de influencia aparecerán columnas adicionales que contiene coordenadas de los sucesivos puntos de la estructura



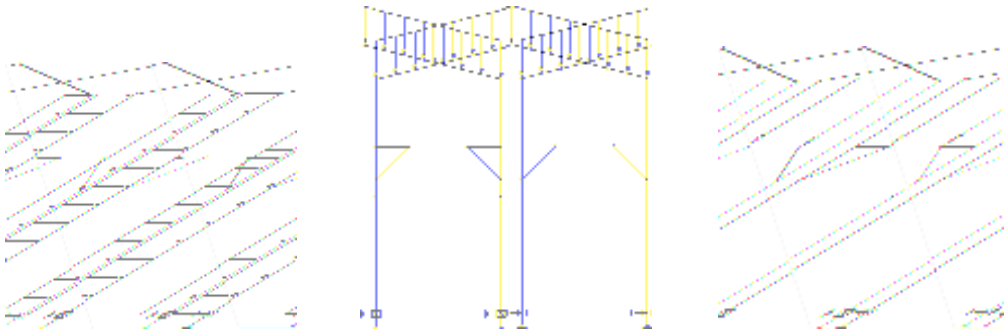
Barra/Punto/Caso/Composición/Distancia	FZ (kN)	MY (kNm)
8/ x=0.50/ Carga por puente grua / 1/10 0,0	-1,30	-1,63
8/ x=0.50/ Carga por puente grua / 2/10 1,00	-0,27	-2,17
8/ x=0.50/ Carga por puente grua / 3/10 2,00	-5,94	-5,26
8/ x=0.50/ Carga por puente grua / 4/10 3,00	-26,26	-8,63
8/ x=0.50/ Carga por puente grua / 5/10 4,00	-17,57	-9,09
8/ x=0.50/ Carga por puente grua / 6/10 5,00	-13,72	-7,23
8/ x=0.50/ Carga por puente grua / 7/10 6,00	-30,77	-1,44

9.7. Estructura industrial (puente grua - carga móvil)

Este ejemplo presenta la definición, análisis y dimensionamiento de una estructura 3D presentada en el dibujo de abajo. Unidades aplicadas en el ejemplo (m) y (kN).



Al pórtico se ha aplicado cinco casos de carga; tres de ellos están presentados en el dibujo de abajo.



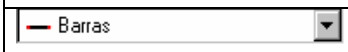
Durante la definición de la estructura se cumplirán los siguientes reglamentos:

- Presentación de cualquier ícono significa presionar este ícono con el botón izquierdo del ratón
- (x) Selección de la opción 'x' del cuadro de diálogo ,
- **Clic.B.Izq.** y **Clic.B.Der.** – estas abreviaturas significan lo mismo que: hacer clic respectivamente con el botón izquierdo o derecho del ratón.

Para iniciar la definición de la estructura, ejecute el sistema ***Robot Millennium*** (haciendo clic con un ícono correspondiente o seleccionando el comando de la barra de herramientas) En el cuadro de diálogo, que aparecerá después de un rato en la ventana hay que seleccionar el ícono presentado en la primera fila (***Pórtico plano***).

9.7.1. Definición del modelo de la estructura

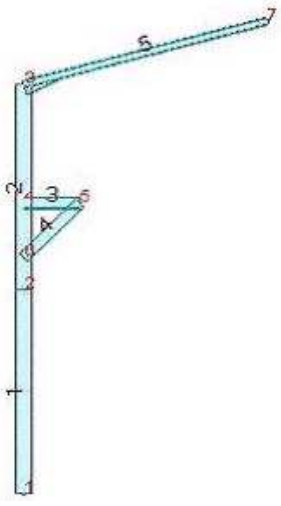
9.7.1.1. Definición de las barras de la estructura

OPERACIÓN EFECTUADA	DESCRIPCIÓN
 **Modelo / Barras**	De la lista de las ventanas accesibles del sistema ***Robot Millennium*** hay que seleccionar el esquema **Barras**
Clic.B.Izq. en el campo *Tipo de barra* y seleccione barra: *Columna* **Clic.B.Izq.** en el campo *Sección* y seleccione la barra : IPE 600	Selección de características de la barra. Nota: Si el perfil IPE 600 no es accesible en la lista, hay que presionar la tecla ... que se encuentra a la altura de la opción *Sección* . En la ventana aparecerá el cuadro de diálogo ***Nueva sección***. Al estar en la pestaña *Estándar* en el campo *Selección de la sección* seleccione las siguientes opciones: *Base de datos – Catpro* *Familia – IPE* *Sección – IPE 600* Presione las teclas **Agregar** a continuación **Cerrar** entonces se agregará la sección IPE 600 a la lista de las secciones accesibles y cierra el cuadro de diálogo ***Nueva sección***.
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el color del fondo cambiará a verde)	Empieza la definición de las barras en la estructura (columnas de la estructura).
En los campos *Inicio y Final* entre las coordenadas del inicio y del final de la barra: (-8,0,0) (-8,0,7) (-8,0,7) (-8,0,14)	Definición de la columna en la estructura.
Clic.B.Izq. en el campo **Tipo de barra** en el cuadro de diálogo **Barra**, seleccione Viga **Clic.B.Izq.** en el campo Sección y seleccione la sección: IPE 240	Empieza la definición de la barra y selecciona las propiedades de la barra. Nota: si el perfil IPE 240 no se encuentra en la lista de las secciones accesibles, hay que presionar la tecla ... y, a continuación, actuar de la misma manera que en el caso del perfil IPE 600.

Clic.B.Izq. en el campo **Inicio** (el color del fondo cambiará a verde)	Empieza la definición de las coordenadas de la barra en la estructura .
Entre las coordenadas de la viga en los campos Inicio y Final: (-8,0,10) (-6,0,10)	Definición de la barra que forma la mensula de soporte para el puente grua.
Clic.B.Izq. en el campo *Tipo de barra* en el cuadro de diálogo ***Barra***, seleccione *Barra* **Clic.B.Izq.** en el campo *Sección*, seleccione UPN 240	Empieza la definición de la barra y la aplicación de propiedades. Nota: si el perfil UPN 240 no se encuentra en la lista de las secciones accesibles, hay que presionar la tecla ... y, a continuación, a continuación, actuar de la misma manera que en el caso del perfil IPE 600.
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el color del fondo cambiará a verde)	Empieza la definición de las coordenadas de la barra en la estructura.
Entre las coordenadas de la barra en los campos *Inicio y Final*: (-8,0,8) (-6,0,10)	Definición de la barra . .
Clic.B.Izq. en el campo *Tipo de barra* en el cuadro de diálogo ***Barra***, seleccione *Barra* **Clic.B.Izq.** en el campo *Sección*, HEA 240	Empieza la definición de la barra y la aplicación de propiedades. Nota: si el perfil HEA 240 no se encuentra en la lista de las secciones accesibles, hay que presionar la tecla ... y, a continuación, a continuación, actuar de la misma manera que en el caso descrito ya.
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el color del fondo cambiará a verde)	Empieza la definición de las coordenadas de la barra en la estructura.
Entre las coordenadas de la barra en los campos *Inicio* y *Fin*: (-8,0,14) (0,0,16)	Definición de la barra.
	Vuelve a la vista inicial de la estructura.

9.7.1.2. Definición de los refuerzos

Clic.B.Izq. en la zona de selección de esquemas del sistema ***Robot Millennium***. **Modelo / Inicio**	Selección del esquema inicial del sistema ***Robot Millennium***.
Estructura / Otros atributos / Refuerzos	Abre el cuadro de diálogo ***Refuerzo***. En este cuadro de diálogo se pueden definir los refuerzos de las uniones de las barras de la estructura.
	Abre el cuadro de diálogo ***Nuevo refuerzo***.
En el campo *Longitud (L)* entre el valor 0,15; guardar los otros parámetros.	Definición de la longitud del refuerzo
Agregar, **Cerrar**	Definición de un nuevo refuerzo Cierro del cuadro de diálogo ***Nuevo refuerzo***.
Clic.B.Izq. en el campo *Barras,* pase en la pantalla gráfica y seleccione la última barra definida (el campo *Barras* tiene que mostrar el número 5)	Selección de la barra a la cual el refuerzo será afectado.
Aplicar, **Cerrar**	Afectación del refuerzo a la barra seleccionada, Cierra el cuadro de diálogo ***Refuerzos***. La estructura definida es presentada en el siguiente dubujo.

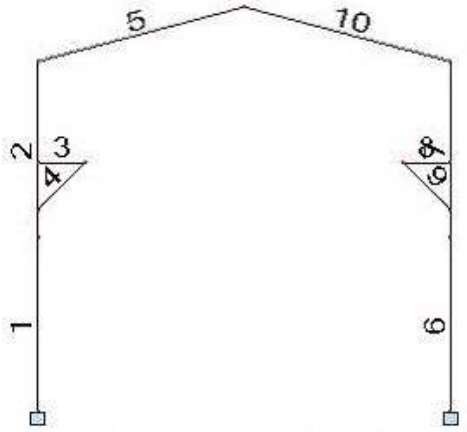


Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos***.
En la pestaña *Perfiles*, desactive la opción *Esquemas*. **Aplicar**, **OK**	Desactiva le presentación de los perfiles de las barras, cierra el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos***.

9.7.1.3. Definición de los apoyos en la estructura

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium***. **Modelo / Apoyos**	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium*** que sirve para la definición de los apoyos .
En el cuadro de diálogo ***Apoyo***, **Clic.B.Izq.** en el campo *Selección actual*	Selecciónde las barras de la estructra , en las que se definirán los apoyos.
Pase a la ventana gráfica, manteniendo presionado el botón izquierdo del ratón Seleccione con ventana el nudo inferior de la columna	El nudo seleccionado n.°1 será colocado en el campo *Selección actual* .
En el cuadro de diálogo ***Apoyo*** seleccione el ícono que presenta el apoyo empotrado (quedará resaltado junto con la DESCRIPCIÓN)	Selección de tipo de apoyo.
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	El tipo de apoyo seleccionado será aplicado a las barras seleccionadas de la estructura.
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema *Robot Millennium* Modelo / Inicio	Selección de conjunto de ventanas inicial del sistema *Robot Millennium*.
CTRL+A	Selección de todos los nudos y barras de la estructura.
Edición/ Transformar/Simetría vertical	Abre el cuadro de diálogo *Simetría vertical* que sirve para realizar la simetría vertical de los nudos o elementos seleccionados anteriormente en la estructura proyectada.

Seleccione de manera gráfica la posición del eje de la simetría vertical (x = 0), **Clic.B.Izq.** en el botón **Cerrar**	Realiza la simetría vertical de las barras seleccionadas. Cierra el cuadro de diálogo **Simetría vertical**.
Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo *Visualizar atributos*.
En la pestaña *Estructura* resalte la opción *Apoyos – Símbolos* **Clic.B.Izq.** en el botón OK	Activación de esta ventana hace que en la ventana aparecen los símbolos definidos en la estructura de los apoyos. Cierra el cuadro de diálogo *Visualizar atributos*.
	Vuelve a la vista inicial de tal modo que toda la estructura cabe en la ventana. La estructura definida está presentada en el dibujo de abajo.

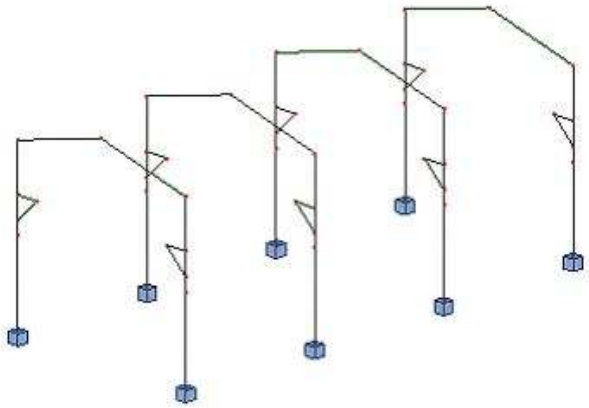


9.7.1.4. Definición de las cargas aplicadas a la estructura

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Cargas**	Empieza la definición de la carga aplicada a la estructura. La ventana será dividida en tres campos: ventana gráfica que contiene el modelo de la estructura, cuadro de diálogo ***Casos de carga*** y una tabla que contiene la DESCRIPCIÓN de casos de carga.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** en el cuadro de diálogo ***Casos de carga***	Definición de la carga *peso propio* y aplicación de un nombre estándar *PERM1*.
Clic.B.Izq. en el campo *Naturaleza (VIENTO)*	Selección de caso de carga: *VIENTO*. ATENCIÓN: Si el número del caso de carga no cambia automáticamente, hay que entrat manualmente el número (2).
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo**	Creación de dos casos de carga de la naturaleza *VIENTO*, aplicación de los nombres estándar: *VIENTO1 y VIENTO2*.
Clic.B.Izq. en el campo *Naturaleza (Nieve)*	Selección de tipo de caso de carga: *nieve*.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Definición de caso de carga de la naturaleza: *nieve*, al que se aplicará el nombre estándar: *NIEVE1*.
	En la primera fila de la tabla se ha aplicado automáticamente el peso propio en todas las barras de la estructura (en la dirección „-*Z*").
Clic.B.Izq. en el segundo campo de la columna Caso en la tabla Cargas, Seleccione el segundo Caso de carga *VIENTO1* de la lista de casos de carga accesibles	Definición de la naturaleza de la carga para el segundo caso de carga.
Clic.B.Izq. en el segundo campo de la columna tipo de carga, Seleccione tipo de carga (sobre*carga uniforme*)	Selección de tipo de carga.

Clic.B.Izq. en el segundo campo de la columna ***Lista***, Seleccione de una manera gráfica la columna izquierda	Selección de la columna a la que será aplicada la *Carga uniforme.*
Clic.B.Izq. en el campo de la columna "**px=**", entre los valores: (2.0)	Selección de la dirección de aplicación y los valores de la carga uniforme.
Clic.B.Izq. en la tercera celda de la columna ***Caso*** , Seleccione el segundo caso de carga *VIENTO1* de la lista casos de carga accesibles	Definición de carga para el segundo caso de carga.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna tipo de carga, Seleccione tipo de carga (*sobrecarga uniforme*)	Selección de tipo de carga.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna ***Lista***, Seleccione de una manera gráfica la columna derecha de la estructura	Selección de barras, a los que será aplicada la *Carga uniforme*.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna "**px=**", entre los valores: (1.5)	Selección de la dirección de aplicación y los valores de la *carga uniforme*.
Clic.B.Izq. en el cuarto campo de la columna ***Caso***, seleccione el cuarto caso de carga *NIEVE1* de la lista casos de carga accesibles	Definición de carga para el tercer caso de carga.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna tipo de carga, seleccione tipo de carga (*sobrecarga uniforme*)	Selección de caso de carga .
Clic.B.Izq. en el campo de la columna ***Lista***, Seleccione de una manera gráfica las barras de la armadura deltejado.	Selección de las barras a los que será aplicada la carga.

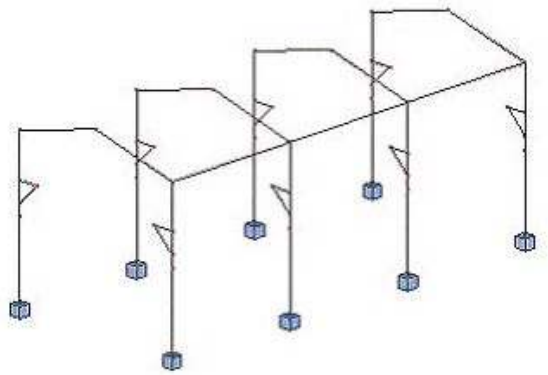
Clic.B.Izq. en el campo de la columna "**PZ=**", entre los valores de cargas: (-0.75)	Selección de la dirección y del valor de la carga uniforme.
Clic.B.Izq. en el cuadro de diálogo ***Vista***	
CTRL + A	Selección de todos los elementos de la estructura.
Mientras esté abierta la ventana gráfica junto con el modelo de la estructura, seleccione en el menú la opción *Edición / Transformar / Translación*	Abre el cuadro de diálogo ***Translación***.
Clic.B.Izq. en el campo (dX, dY, dZ),: (0,12,0)	Definición del vector de translación.
Clic.B.Izq. en el campo *Número de repeticiones*: (3)	Definición del número de repeticiones para la operación de translación efectuada..
Ejecutar, **Cerrar**	Traslada la estructura y cierra el cuadro de diálogo ***Translación***.
Clic.B.Izq. el campo sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Inicio**	Selección de la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***.
Ver / Proyección / 3D xyz	Selección de la vista 3D de la estructura.
	Vuelve a la vista inicial de la estructura.



9.7.1.5. Elementos adicionales de la estructura (vigas longitudinales y soportes de puente-grua, contravientamientos)

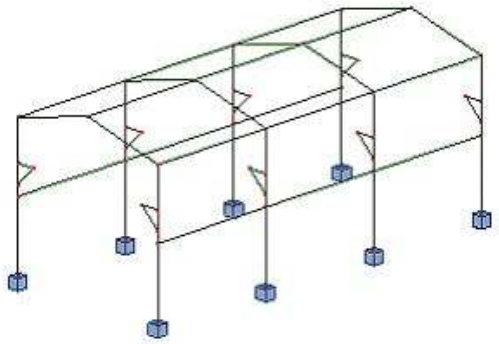
Vigas longitudinales - definiciones

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Barras**	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium*** que permite la definición de las barras.
Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos***.
En la pestaña *Estructura*, desactivar las opciones *Números de nudos* y *Números de barras* **Aplicar**, **OK**	Desactiva la presentación de los números de nudos y de los números de barras. Cierra el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos***.
En el cuadro de diálogo ***Barra*** **Clic.B.Izq.** en el campo *Tipo de barra*, seleccione: *Barra* **Clic.B.Izq.** En el campo *Sección*, seleccione: (IPE 200)	Selección de las propiedades de la barra. Atención: si el perfil IPE 200 no es accesible en la lista, hay que presionar la tecla ..., y a continuación, agregarlo a la lista.
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el color del fondo cambiará a verde)	Empieza la definición de las barras de la estructura.
Entre las siguientes coordenadas en los campos *Inicio y Final*: (8,0,14) (8,12,14) (8,12,14) (8,24,14) (8,24,14) (8,36,14)	Definición de la barra transversal (véase el dibujo presentado a continuación)



Pase a la ventana gráfica con la vista de la estructura, haga clic con el botón derecho del ratón y así abrirá el menú contextual. Seleccione la opción *Seleccionar* (el menú contextual será cerrado); y resalte las barras definidas últimamente manteniendo presionada la tecla CTRL	Selecciona las barras definidas últimamente de la barra longitudinal.
Sin salir del editor gráfico seleccione del menú el comando: *Edición/ Transformar/Translación*	Abre el cuadro de diálogo ***Translación***.
Clic.B.Izq. en el campo (dX, dY, dZ), (0,0,-7)	Definición del vector de translación.
Ejecutar	Translación de la estructura (los elementos trasladados serán resaltados).
Clic.B.Izq. en el campo (dX, dY, dZ), (-16,0,0)	Definición del nuevo vector de translación.
Ejecutar	Translación de los elementos seleccionados de la estructura.
Clic.B.Izq. en el campo (dX, dY, dZ), (0,0,7)	Definición del nuevo vector de translación
Ejecutar	Translación de los elementos seleccionados de la estructura.

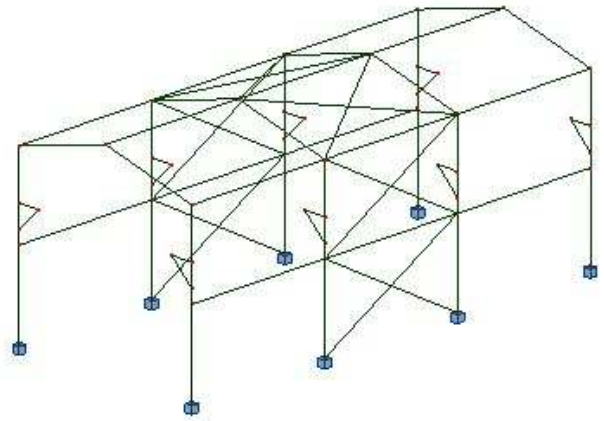
Clic.B.Izq. en el campo (dX, dY, dZ), (8,0,2)	Definición del nuevo vector de translación.
Ejecutar, **Cerrar**	Traslada la estructura y cierra el cuadro de diálogo ***Translación***. La estructura definida está presentada en el dibujo de abajo.



Contraviantamientos – definición

Clic.B.Izq. en el campo *Tipo de barra*, seleccione *Barra* **Clic.B.Izq.** en el campo *Sección* y seleccione: UPN 240	Selección de las propiedades de la barra.
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el color cambiará en verde) (8,12,0) (8,24,7) (8,12,7) (8,24,0)	Definición de contravientamientos.
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Inicio**	Selección de la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***.
Seleccione las barras definidas de los contravientamientos – manteniendo presionada la tecla CTRL	

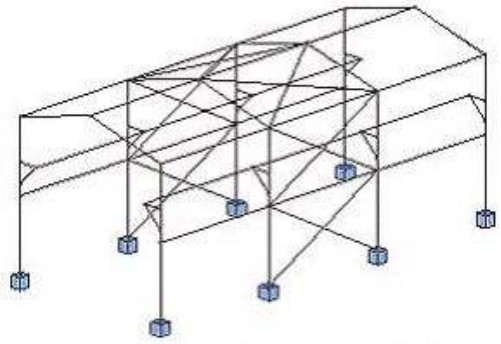
Edición/ Transformar/Translación	Abre el cuadro de diálogo ***Translación***.
Clic.B.Izq. en el campo (dX, dY, dZ), (0,0,7)	Definición del vector de translación.
Ejecutar	Translación de las barras seleccionadas.
Pase a la ventana gráfica con la vista de la estructura. **Clic.B.Der.** para abrir el menú contextual. Seleccione la opción *Seleccionar* (el menú contextual será cerrado); resalte las cuatro barras definidas últimamente manteniendo presionada la tecla CTRL	Resalta las cuatro barras definidas últimamente.
Clic.B.Izq. en el campo (dX, dY, dZ), (-16,0,0)	Definición del vector de translación.
Ejecutar, **Cerrar**	Traslada las barras y cierra el cuadro de diálogo ***Translación***.
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Barras**	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium*** que permite la definición de las barras .
En el cuadro de diálogo ***Barra*** **Clic.B.Izq.** en el campo *Tipo de barra*, seleccione *Barra* **Clic.B.Izq.** en el campo *Sección* y seleccione: UPN 240	Selección de las propiedades de la barra.
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el color del fondo cambiará a verde) (8,12,14) (0,24,16) (0,12,16) (8,24,14) (-8,12,14) (0,24,16) (-8,24,14) (0,12,16)	Definición de contravientamientos del tejado.



Viga de soporte de puente-grua – definición

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Inicio**	Selección de la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***.
	Abre el cuadro de diálogo ***Perfiles***.
	Abre el cuadro de diálogo ***Nueva sección***.
Seleccione el ícono que se encuentra en la pestaña *Usuario*	Definición de la sección del usuario con un nombre estándar *IASYM_1*.
En el campo *Dimensiones* entre: b1 = 40, h = 55, b2 = 25, tw = 1.5, tf1 = 1.5, tf2 = 1.5 **Agregar, Cerrar**	Define las dimensiones de la sección del usuario. Cierra el cuadro de diálogo ***Nueva sección***. Sección definida por el usuario aparecerá en la lista de los perfiles activos en el cuadro de diálogo ***Sección***.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Perfiles***.
	Abre el cuadro de diálogo ***Barra***.
Clic.B.Izq. en el campo *Tipo de barra,* seleccione: *Viga* **Clic.B.Izq.** en el campo *Sección* seleccione*:* (*IASYM_1*)	Selección de las propiedades de la barra.

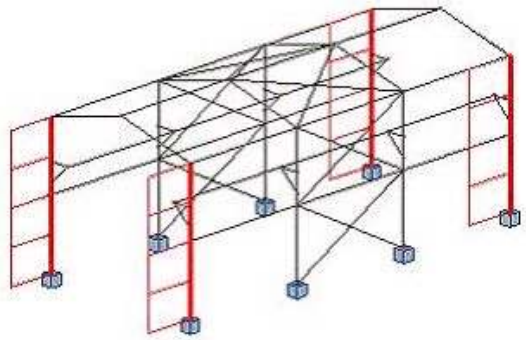
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el color del fondo cambiará a verde) (6,0,10) (6,36,10)	Definición de la viga de soporte de puente grua.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Barra***.
Seleccione la barra definida últimamente (viga de soporte de puente grua)	
Edición/ Transformar/Translación	Abre el cuadro de diálogo ***Translación***.
Clic.B.Izq. en el campo (dX, dY, dZ), (-12,0,0)	Definición del vector de translación.
Ejecutar, **Cerrar**	Traslada la barra, Cierra el cuadro de diálogo ***Translación***.



9.7.1.6. Definición de cargas adicionales

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Cargas**.	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium*** que permite la definición de la carga aplicada al modelo de la estructura.
Clic.B.Izq. en el quinto campo de la columna **Caso** en la tabla **Cargas**, seleccione el tercero Caso de carga *VIENTO2* de la lista casos de carga accesibles	Definición de la naturaleza de la carga del quinto caso de carga.

Clic.B.Izq. en el quinto campo de la columna tipo de carga, seleccione tipo de carga (sobrec*arga uniforme*)	Selección de tipo de carga.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna ***Lista***, seleccione las columnas de ángulo de la estructura	Selección de columnas a las que será aplicada la carga uniforme.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna "**py**=", entre los valores: (3.0)	Selección de la dirección de actuación y de valores de la carga uniforme.
Clic.B.Izq. en la ventana ***Vista***	La carga definida representada en el dibujo presentado a continuación.

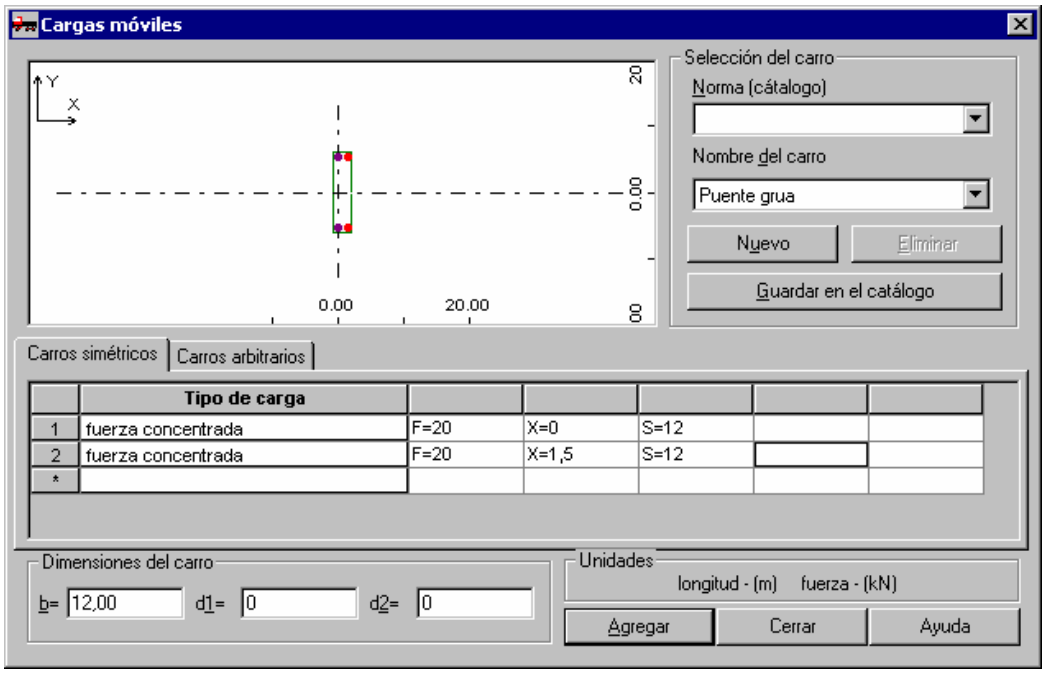


9.7.1.7. Definición de la carga móvil

Clic.B.Izq. en la ventana para la selección de las ventanas del sistema Robot ***Millennium*** **Modelo / Inicio**	Pasa a la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***.
Herramientas / Preferencias del proyecto / Catálogos / Catálogo de carros	Abre el cuadro de diálogo ***Preferencias del proyecto***.

	El hecho de presionar *Crear nueva base del usuario* colocada en la parte superior del cuadro de diálogo ***Preferencias del proyecto***, hace abrir el cuadro de diálogo ***Nueva carga móvil***.
Entre: En el campo *Catálogo* – Usuario En el campo *Nombre del catálogo*– Catálogo del usuario En el campo *DESCRIPCIÓN Del catálogo* – Carros definidos por el usuario En el campo *Unidades internas del catálogo* seleccione : (kN) como la *Unidad de fuerza* (m) como la *Unidad de longitud*	
Crear	Cierra el cuadro de diálogo ***Nueva carga móvil***.
OK	Cierra el cuadro de diálogo ***Preferencias del proyecto***.
Cargas / Cargas especiales / Cargas móviles	Abre el cuadro de diálogo ***Cargas móviles***.
	Abre el cuadro de diálogo ***Cargas móviles*** que sirve para definir el nuevo de la carga móvil.
Clic.B.Izq. en el botón ***Nuevo***	Abre el cuadro de diálogo ***Nuevo carro.***
En la ficha simétrica entre el nombre del carro: *Puente grua* OK	Definición del nombre del nuevo carro.
Clic.B.Izq. en la primera línea de la tabla colocada en la parte inferior del cuadro de diálogo ***Cargas móviles***	Definición de las fuerzas activas.
Selección de tipo de carga: *Fuerza concentrada*	Selección de tipo de carga.
F = 20; X = 0; S = 12	Definición de los valores y la aplicación de la fuerza concentrada.
Clic.B.Izq. en la segunda línea de la tabla colocada en la parte inferior del cuadro de diálogo ***Carga móvil***	Definición de las fuerzas aplicadas.

Selección de tipo de carga: Fuerza concentrada	Selección de tipo de carga.
F = 20; X = 1.5; S = 12	Definición de los valores y la aplicación de la fuerza concentrada.



Clic.B.Izq. en el botón **Guardar en el catálogo**	Abre el cuadro de diálogo *Catálogos de cargas móviles*.
Seleccione el catálogo del usuario. A continuación **Clic.B.Izq.** en el botón OK	Guarda el carro definido en la base de carros del usuario.
Agregar **Cerrar**	Añade el carro definido a la lista de los carros activos, cierra el cuadro de diálogo *Cargas móviles*.
En el campo *Nombre*, entre el nombre de la carga móvil (Número caso de carga 5): *Carga por puente grua*	Define el nombre de la carga móvil.

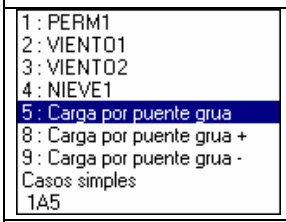
Clic.B.Izq. en el botón **Definir**	Empieza la definición del trayecto por el que se desplazará la carga móvil; abre el cuadro de diálogo *Polilínea - contorno*. Selecciona la opción *Línea*.
En la pestaña ***Geometría*** defina dos puntos que determinen el camino por el que va a desplazarse la carga móvil: Punto P1 (0,0,10) Punto P2 (0,36,10)	Definición del trayecto del carro.
Aplicar, Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Polilínea - contorno***
Clic.B.Izq. En el campo *Paso:* {1} Deje activos los valores predefinidos que definen la dirección de la carga (0,0,-1). Eso significa que la dirección de la actuación de la carga será paralela al eje Z y su dirección será contrario respecto al eje Z	Definición del paso, con el que se desplazará el carro y de la dirección de actuación de la carga móvil.
Clic.B.Izq. en la opción *Automático* en el campo *Plano de aplicación*	Selección de la superficie de aplicación de la carga móvil.
Clic.B.Izq. en el botón Parámetros	Abre el cuadro de diálogo *Coeficientes del camino*.
Clic.B.Izq. en el campo en las columnas: coeficiente LP y coeficiente LL Entre los valores 0.1	Definición de los coeficientes de escala para la fuerza horizontal de la derecha LP y de la izquierda LL. Estos coeficientes permiten la multiplicación de los valores de la carga (fuerza concentrada) de tal modo que se peuda modelar las fuerzas de cálculo provocados por el frenado del puente grua.
Active las siguientes opciones: *Límite de la posición del carro – principio* *Límite de la posición del carro – final*	Activación de estas opciones asegura que las fuerzas que definen la carga móvil no se encuentran fuera del trayecto que define el desplazamiento de la carga móvil.
OK	Cierra el cuadro de diálogo *Coeficientes del camino*.

Aplicar	Añade el nuevo caso de carga *Carga por puente grua*
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo *Cargas móviles*.

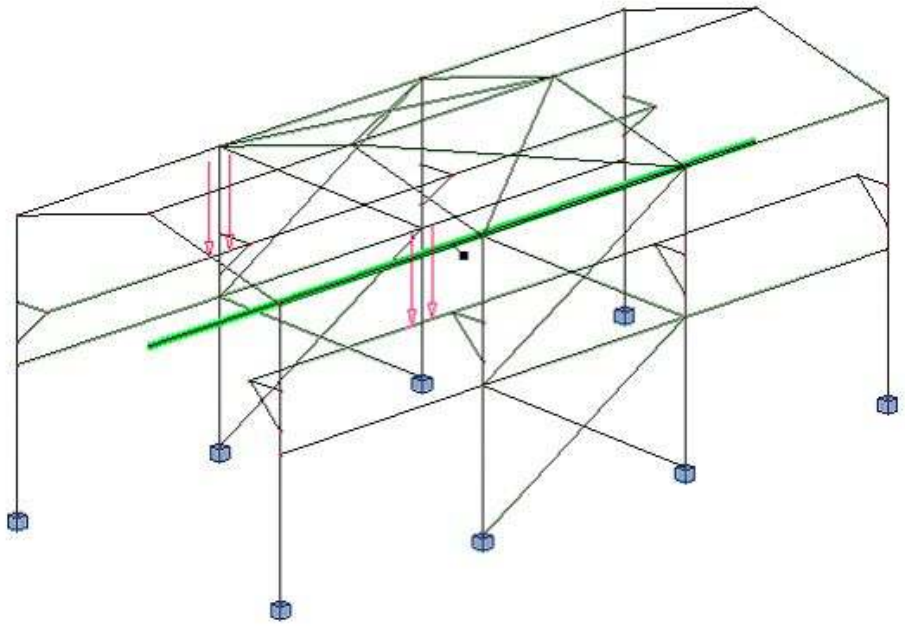
9.7.2. Análisis de la estructura

Herramientas / Preferencias para el proyecto	Abre el cuadro de diálogo **Preferencias del proyecto**
Análisis de la estructura	Selección de la opción Análisis de la estructura en el árbol en el cuadro de diálogo
Métodos de solucionar los sistemas de ecuaciones : Iterativo	Selección del método iterativo de resolución de los sistemas de ecuaciones para la estructura definida
Desactivar la opción *Bloquear automáticamente los resultados de los cálculos de la estructura*	Desactiva el bloqueo de los resultados de los cálculos de la estructura.
OK	Acepta los parámetros predefinidos y cierra el cuadro de diálogo **Preferencias del proyecto**
	Empieza los cálculos de la estructura definida. Cuando los cálculos serán realizados en la barra de herramientas superior del sistema Robot Millennium será presentada la siguiente información: Resultados MEF: actuales.

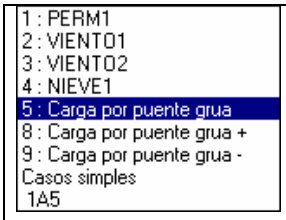
9.7.2.1. Visualización del caso de carga móvil

Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo **Visualizar atributos**.
En la pestaña Cargas active la opción: Cargas móviles - carro OK	Visualiza la carga móvil definida en la estructura. Cierra el cuadro de diálogo **Visualizar atributos**.
	Selección del quinto caso de carga (Carga por puente grua)
Cargas / Seleccionar componente del caso	Abre el cuadro de diálogo **Componente del caso**.
Ponga la opción: Componente actual en 1	Selección del primer componente de la carga móvil.
Clic.B.Izq. en la tecla **Animación**	Abre el cuadro de diálogo **Animación**.

Clic.B.Izq. en el botón **Iniciar**	Empieza la animación y de la carga móvil aplicada a la estructura. El carro se desplazará a lo largo de un camino antes predefinido. Durante la presentación de la animación la ventana aparece una barra de herramientas que permite la detener la animación, rebobinar, volver a la animación etc.
Detenga la animación presionando la tecla **Detener**. A continuación, cierre la barra de herramientas	Detiene la animación.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo *Componente del caso*.



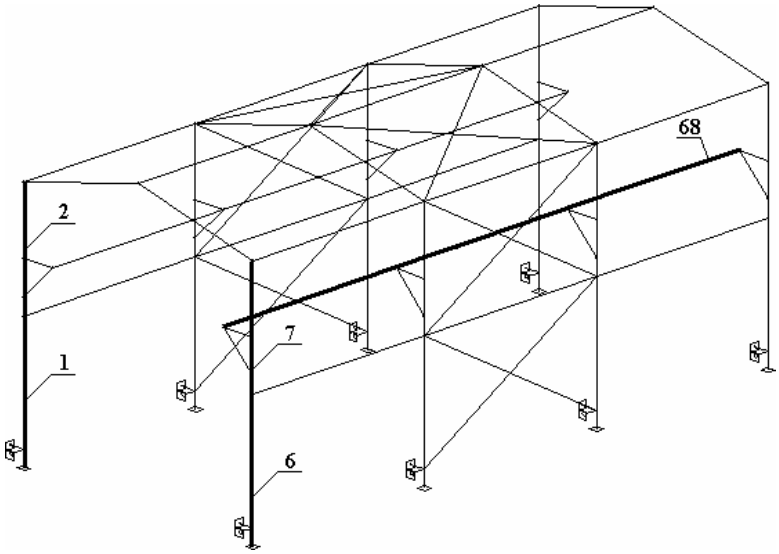
Clic.B.Izq. en la ventana que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Resultados /Resultados**	Abre la ventana ***Resultados*** del sistema ***Robot Millennium***. La ventana se dividirá en tres campos: ventana gráfica que contiene el modelo de la estructura, cuadro de diálogo ***Diagramas*** y la tabla con los valores de las reacciones.

	Selecciona el quinto caso de carga (*Carga por puente grua*).
En la pestaña *Deformación* del cuadro de diálogo ***Diagramas*** active la opción *Deformación*	Selección de deformación del modelo de la estructura (para un caso de carga concreto), cuyo diagrama será presentado en la ventana de la pantalla
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	Presentación de la deformación de la estructura. Existe también la posibilidad de presentar otros valores accesibles en el cuadro de diálogo ***Diagramas***.
Cargas / Seleccione el componente del caso	Abre el cuadro de diálogo ***Componente del caso***.
Clic.B.Izq. en el botón **Animación**	Abre el cuadro de diálogo ***Animación***.
Clic.B.Izq. en el botón **Iniciar**	Prepara la animación de la magnitud seleccionada según los parámetros dados y comienza la animación.
Detenga la animación presionando la tecla ; Cierre la barra que sirve para la presentación de la animación	Detiene la presentación de la animación.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo *Componente del caso*.
Pase a la pestaña *Deformación* en el cuadro de diálogo *Diagramas* seleccione la opción *Deformación* Aplicar	Activación de la presentación de la deformación del modelo de estructura.

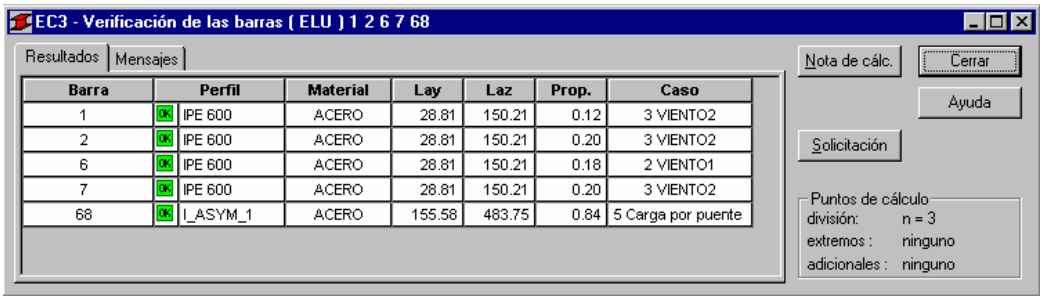
9.7.3. Dimensionamiento de la estructura

Norma de acero: EC3

Clic.B.Izq. en el campo de selección de las ventanas de ***Robot Millennium*** **Dimensionamiento / Barras de acero/aluminio**	Empieza el dimensionamiento de elemento de acero en la estructura. La ventana se dividirá en tres campos: • ventana gráfica que contiene el modelo de la estructura • dos cuadros de diálogo : ***Definiciones*** y ***Cálculos***.
Clic.B.Izq. en el botón **Lista** del cuadro de diálogo ***Cálculos*** que se encuentra a la altura del campo *Verificación de las piezas*	Abre el cuadro de diálogo ***Selección de barras.***
Entre los números de las barras: 1, 2, 6, 7 (Columnas), 68 (barra de soporte de puente grua) en el campo que se encuentra por encima de la tecla **Precedente**, **Cerrar**(véase el dibujo a continuación)	Selección de barras, para la verificación.
Clic.B.Izq. en el campo **Seleccionar casos de carga** del cuadro de diálogo ***Cálculos***	Abre el cuadro de diálogo ***Selección de casos***.
Clic.B.Izq. en el botón **Todo**, **Cerrar**	Selección de todos los casos de carga.
En el campo *Estado límite* active la opción *Ultimo* y deseleccione la opción *Servicio*	Selección de esta opción hace que los cálculos de las barras serán efectuados según los parámetros del estado límite último.

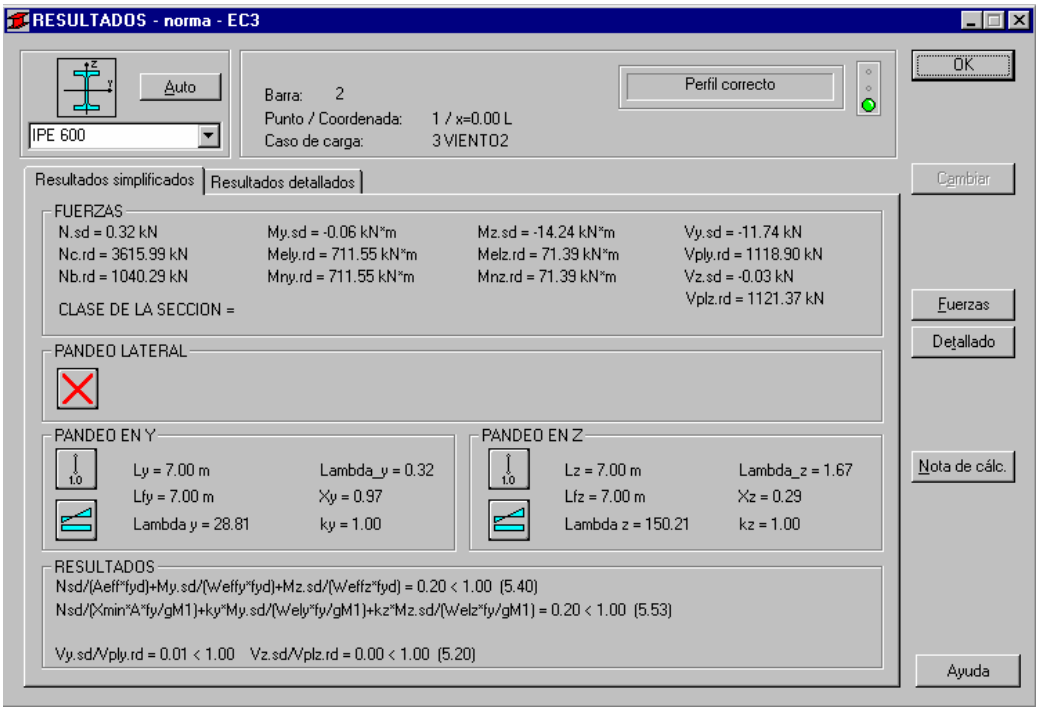


Clic.B.Izq. en el botón **Calcular**	Empieza la verificación de las barras seleccionadas de la estructura; en la ventana aparecerá el cuadro de diálogo presentado en el dibujo de abajo.



Barra		Perfil	Material	Lay	Laz	Prop.	Caso
1	OK	IPE 600	ACERO	28.81	150.21	0.12	3 VIENTO2
2	OK	IPE 600	ACERO	28.81	150.21	0.20	3 VIENTO2
6	OK	IPE 600	ACERO	28.81	150.21	0.18	2 VIENTO1
7	OK	IPE 600	ACERO	28.81	150.21	0.20	3 VIENTO2
68	OK	I_ASYM_1	ACERO	155.58	483.75	0.84	5 Carga por puente

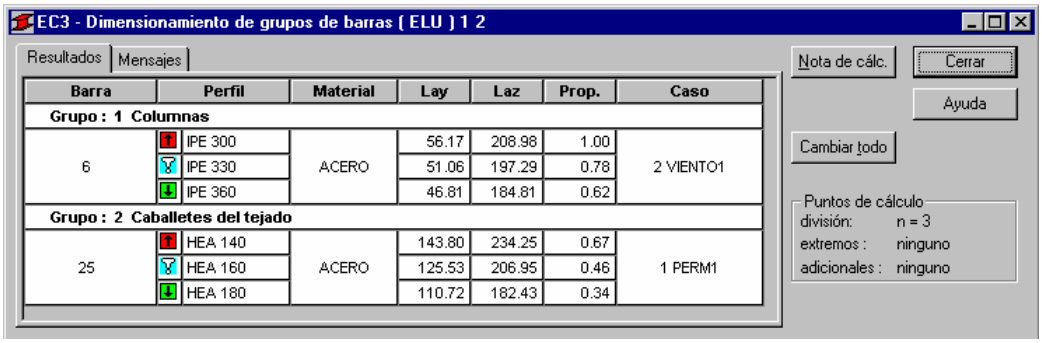
Clic.B.Izq. en el campo que contiene los resultados de cálculos para la barra n.°2	Abre el cuadro de diálogo ***Resultados*** para la barra seleccionada.
Clic.B.Izq. en el campo *Resultados simplificados*	Muestra los resultados de cálculo para la barra n.°2 (véase el dibujo presentado a continuación).



OK	Cierra el cuadro de diálogo *Resultados*
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo *Verificación de barras*.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** en la pestaña *Grupos* en el cuadro de diálogo ***Definiciones***	Pasa a la pestaña que permite la definición del grupo de barras.
Defina el primer grupo con los siguientes parámetros: Número: 1 Nombre: Columnas Lista de barras: **Clic.B.Izq.** en la ventana gráfica; seleccione todas las columnas presionando la tecla CTRL Material: Acero	Definición del primer grupo de barras que contiene todas las columnas de la estructura.
Guardar	Guarda parámetros del primer grupo de barras.
Pase a la ventana gráfica, a continuación seleccione del menú el comando *Ver / Proyección / Zx 3d*	Selección de esta opción hará que la estructura será presentada como espacial pero realizada de tal modo que se verá en el plano ZX.
Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos.***

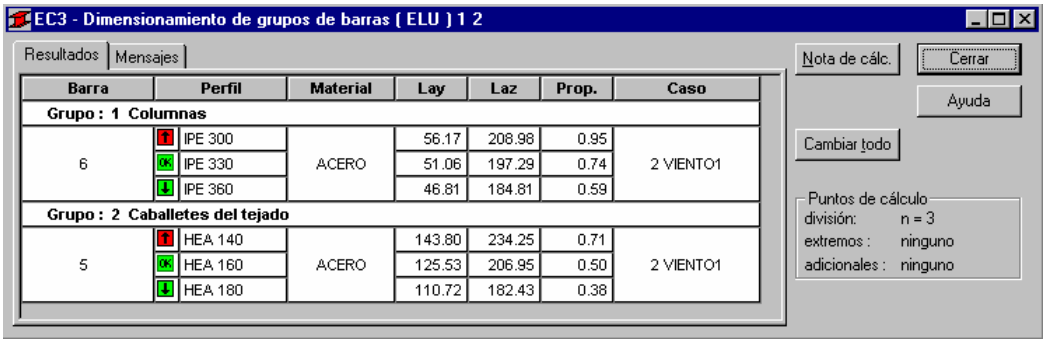
En la pestaña *Estructura* eleccione la opción *Los números de las barras* **Clic.B.Izq.** en el botón **OK**	Activa la presentación de número de barras en la ventana. Cierra el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos***.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** En la pestaña *Grupos* en el cuadro de diálogo ***Definiciones***	Selección de esta opción permite la definición del sucesivo grupo de barras.
Defina los parámetros del segundo grupo de barras: Número: 2 Nombre: Caballetes del tejado Material: Acero	Definición de los parámetros del segundo grupo de barras.
Clic.B.Izq. en la opción *Lista de barras*. Pase a la ventana gráfica y seleccione con la ventana todas las barras de los caballetes del tejado.	Selección de las barras de la armadura del tejado
Ver / Proyección / 3D xyz	La vista 3D de la estructura. **Atención:** salvo las barras de los caballetes han sido seleccionadas otras barras de la estructura (barras de contravientamiento y barras longitudinales) Para que la selección contenga sólo las barras de la armadura del tejado, hay que resaltar en la ventana gráfica, manteniendo presionada la tecla CTRL, las barras que no forman elementos de los caballetes del tejado que hará que estas barras no aparecerán en la selección.
Guardar	Guarda los parámetros del segundo grupo de barras.
Clic.B.Izq. en el botón **Lista** que se encuentra a la altura de la línea *Dimensionamiento grupos* en el cuadro de diálogo *Cálculos*	Abre el cuadro de diálogo ***Selección de grupos***.
Clic.B.Izq. en el botón **Todo** (que se encuentra por encima del botón **Precedente**), aparecerá la lista 1 2 **Cerrar**	Selección de grupos de barras que serán estudiadas.

Clic.B.Izq. en el botón Selección de casos de carga del cuadro de diálogo *Cálculos*	Abre el cuadro de diálogo *Selección de casos.*.
Clic.B.Izq. en el botón Todo (que se encuentra por encima de la tecla Precedente), En el campo de edición aparecerá la lista 1A5 8 9, Cerrar	Selección de todos los casos de carga.
Active la opción: *Optimizar* en el campo *Opciones de verificación* junto con la opción: *Ultimo* en el campo *Estado límite*	
Presione el botón Opciones y luego active la opción: *Peso*	Abre el cuadro de diálogo *Opciones de optimización*. Selección de la opción de optimización de peso que hará que la optimización tomará en cuenta el peso de perfil. Eso supone que la selección se hará entre los perfiles que cumplan los criterios reglamentarios del perfil más ligero en el grupo respectivo.
OK	Cierra el cuadro de diálogo ***Opciones de optimización.***
Clic.B.Izq. en el botón Calcular	Empieza el dimensionamiento de los grupos seleccionados de barras de la estructura; en la pantalla aparece *Resultados abreviados* presentados a continuación



Barra	Perfil	Material	Lay	Laz	Prop.	Caso
Grupo : 1 Columnas						
6	IPE 300	ACERO	56.17	208.98	1.00	2 VIENTO1
	IPE 330		51.06	197.29	0.78	
	IPE 360		46.81	184.81	0.62	
Grupo : 2 Caballetes del tejado						
25	HEA 140	ACERO	143.80	234.25	0.67	1 PERM1
	HEA 160		125.53	206.95	0.46	
	HEA 180		110.72	182.43	0.34	

Clic.B.Izq. en el botón **Cambiar todo.** que se encuentra en el cuadro de diálogo presentado en el dibujo por encima	La modificación de los perfiles actuales de las barras para los dos grupos de barras a los perfiles (para las barras de IPE 600 a IPE 360, para los caballetes de HEA 240 a HEA 140). Después de la modificación de los perfiles de las barras en la barra de herramientas superior del sistema ***Robot*** será presentada la siguiente información: *Resultados MEF – inactuales*
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Dimensionamiento de grupos de barras***.
	Vuelve a calcular la estructura para los perfiles modificados de la barra. Cuando acaban los cálculos en la barra de herramientas superior del programa ***Robot*** será presentada la siguiente información: *Resultados MEF - actuales*
Clic.B.Izq. en el botón **Calcular** del cuadro de diálogo ***Cálculos***	Vuelve a dimensionar los grupos seleccionados de barras de la estructura (1,2) con las opciones de optimización; en la pantalla aparece ***Resultados abreviados*** presentados a continuación. Los perfiles calculados son optímales para el dimensionamiento de grupos de barras **Nota**: Los cálculos de los perfiles optímales a veces hay que repetir unas cuantas veces, hasta que se obtenga un juego de perfiles óptimo.

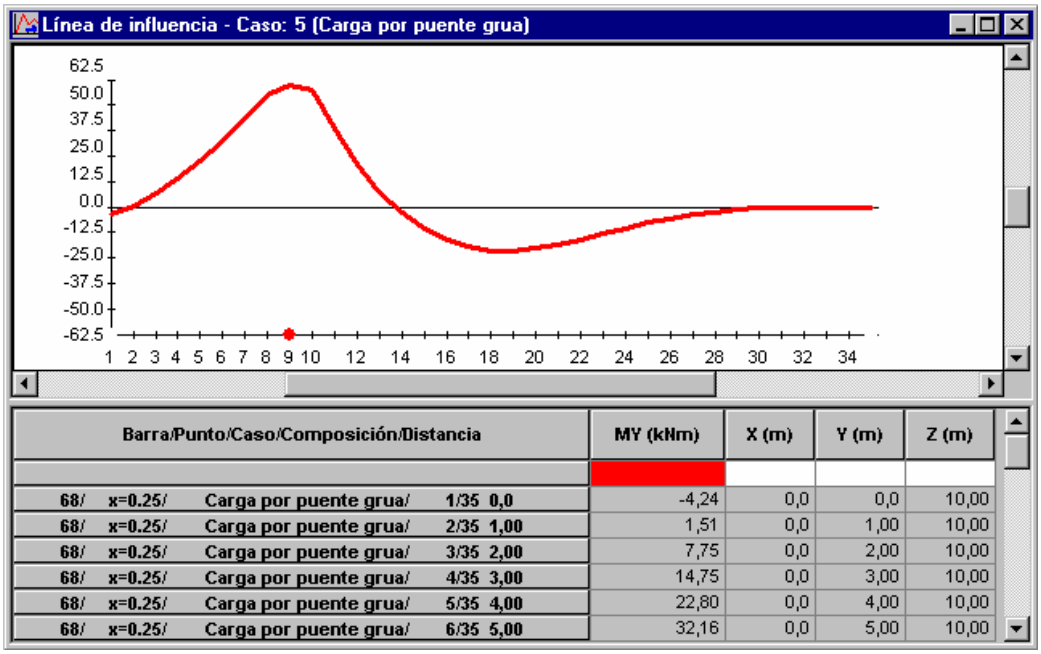


Barra	Perfil	Material	Lay	Laz	Prop.	Caso
Grupo : 1 Columnas						
6	IPE 300	ACERO	56.17	208.98	0.95	2 VIENTO1
	IPE 330		51.06	197.29	0.74	
	IPE 360		46.81	184.81	0.59	
Grupo : 2 Caballetes del tejado						
5	HEA 140	ACERO	143.80	234.25	0.71	2 VIENTO1
	HEA 160		125.53	206.95	0.50	
	HEA 180		110.72	182.43	0.38	

Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo *Dimensionamiento de grupos*.

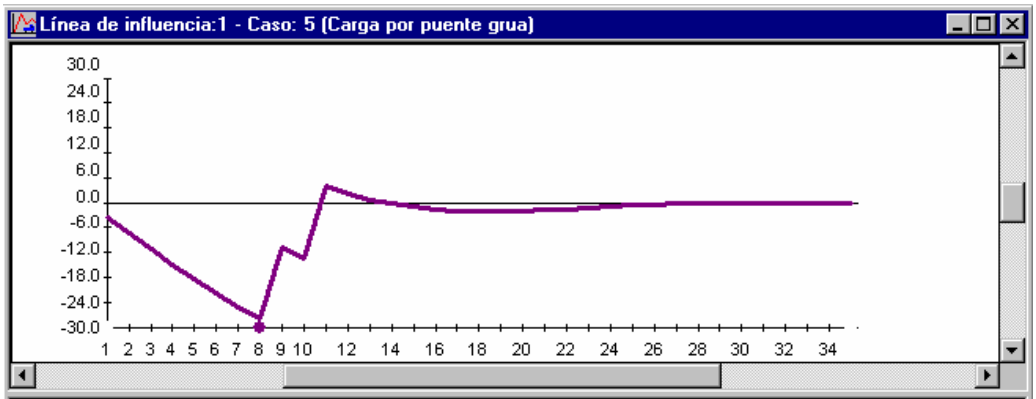
9.7.4. Línea de influencia

Clic.B.Izq. en la ventana para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo de estructura / Inicio**	Pasa a la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***.
Resultados / Avanzado / Línea de influencia	Abre el cuadro de diálogo ***Líneas de influencia***.
En el cuadro de diálogo ***Líneas de influencia***, en la pestaña **NTM** active la opción: **My** Seleccione de la lista de casos de carga *Carga por puente grua*	Selección de momento flector **My** y caso de carga móvil. **Atención**: Línea de influencia puede ser creada nada más que para el caso de carga móvil.
Clic.B.Izq. en el campo *Elemento,* seleccione de manera gráfica a la barra de soporte de puente grua (barra n.° 68)	Selección de la barra de soporte de puente grua para la cual el programa presentará la línea de influencia
Clic.B.Izq. en el campo *Posición entre los valores* 0.25	Selección de la coordenada relativa del punto que se encuentra en el elemento, para el que será creada la línea de influencia de la magnitud seleccionada.
Active la opción **Abrir nueva ventana**	Activación de esta ventana hace que aparece en la ventana una ventana nueva, en la que serán presentadas las líneas de influencia de las magnitudes seleccionadas.
Aplicar	Abre una nueva ventana, en la que el programa generará la línea de influencia de la magnitud seleccionada.
Clic.B.Der. en la ventana que presenta la línea de influencia para la magnitud seleccionada	Abre el menú contextual.
Agregar coordenadas	Muestra columnas adicionales que contienen coordenadas de los sucesivos puntos (véase el dibujo presentado a continuación).



Barra/Punto/Caso/Composición/Distancia	MY (kNm)	X (m)	Y (m)	Z (m)
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 1/35 0,0	-4,24	0,0	0,0	10,00
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 2/35 1,00	1,51	0,0	1,00	10,00
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 3/35 2,00	7,75	0,0	2,00	10,00
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 4/35 3,00	14,75	0,0	3,00	10,00
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 5/35 4,00	22,80	0,0	4,00	10,00
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 6/35 5,00	32,16	0,0	5,00	10,00

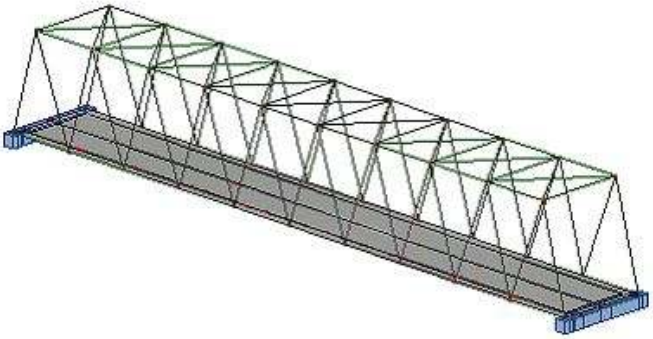
En la pestaña *NTM* seleccione la opción **My**, a active la opción: **Fz**	Selección de la magnitud para la que el programa ha creado la línea de influencia.
Active la opción: *Abre nueva ventana* **Aplicar**	Abre nueva ventana en la que será presentada la línea de influencia para la fuerza **FZ**.
Clic.B.Der. en la ventana que presenta la línea de influencia para la magnitud seleccionada	Abre el menú contextual.
Agregar coordenadas	Muestra las columnas adicionales que contienen las coordenadas de los sucesivos puntos (véase el dibujo presentado a continuación)



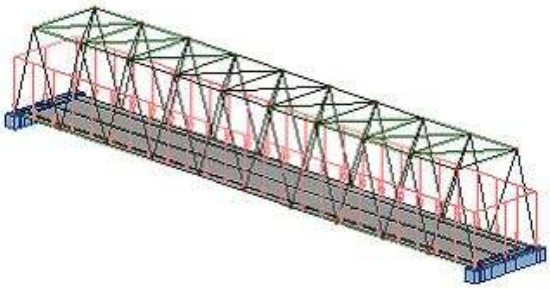
Barra/Punto/Caso/Composición/Distancia	FZ (kN)	X (m)	Y (m)	Z (m)
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 1/35 0,0	-3,86	0,0	0,0	10,00
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 2/35 1,00	-7,65	0,0	1,00	10,00
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 3/35 2,00	-11,39	0,0	2,00	10,00
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 4/35 3,00	-15,05	0,0	3,00	10,00
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 5/35 4,00	-18,59	0,0	4,00	10,00
68/ x=0.25/ Carga por puente grua/ 6/35 5,00	-21,99	0,0	5,00	10,00

9.8. Puente (Carga móvil y análisis temporal)

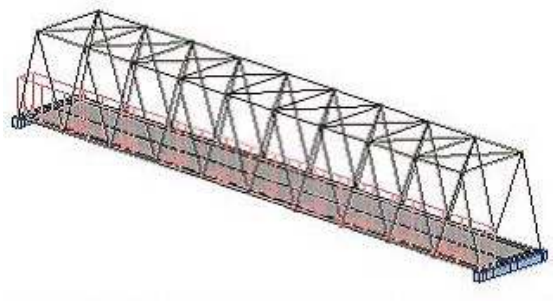
En el ejemplo ha sido presentada la definición, análisis y dimensionamiento del puente de un tramo con diagonales y con un paso por abajo (véase el dibujo presentado a continuación).
Unidades aplicadas en el proyecto: (m) y (kN).



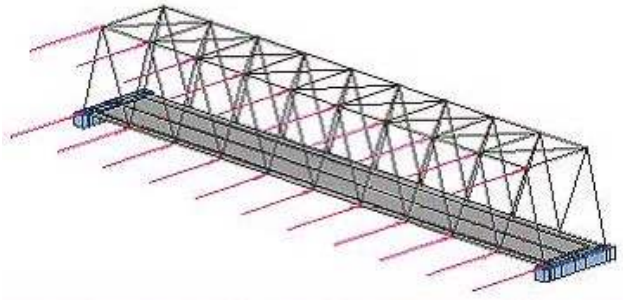
A la estructura han aplicado ocho casos de carga; seis de ellos están presentados a continuación



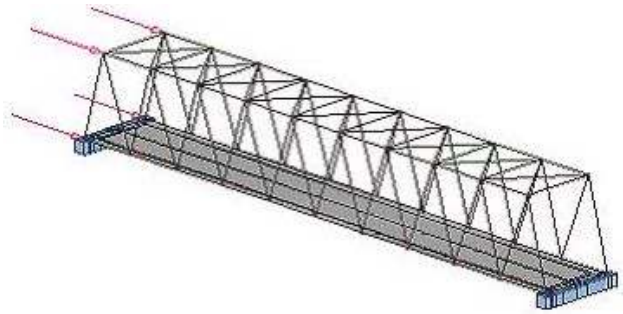
Caso 2 – *EXPL1*



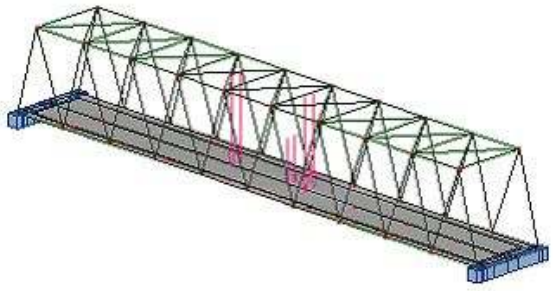
Caso 3 – *EXPL2*
Caso 4 – *EXPL3* simetría del Caso 3



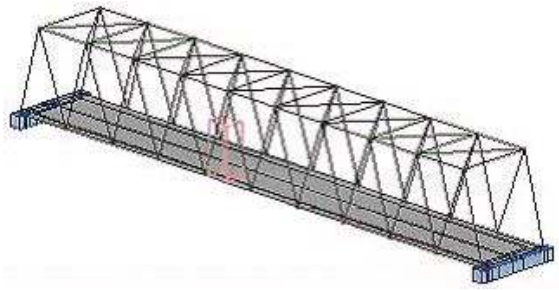
Caso 5 – *VIENTO1*



Caso 6 – *VIENTO2*



Caso 7 – *VEHICULO*



Caso 8 – *PERSONAS*

En el ejemplo han sido cumplidos los siguientes reglamentos:

- Presentación de cualquier ícono significa lo mismo que hacer clic sobre este ícono con el botón izquierdo del ratón,
- (x) significa la selección de la opción 'x' del cuadro de diálogo,
- **Clic.B.Izq.** y **Clic.B.Der.** – estas abreviaturas significan lo mismo que: hacer clic respectivamente con el botón izquierdo o derecho del ratón.

Para iniciar la definición de la estructura , ejecute el sistema ***Robot Millennium*** (presionando un ícono correspondiente o seleccionado el comando de la barra de herramientas). En la ventana que aparecerá después de un rato hay que seleccionar el segundo ícono de la segunda fila. (***Lámina***).

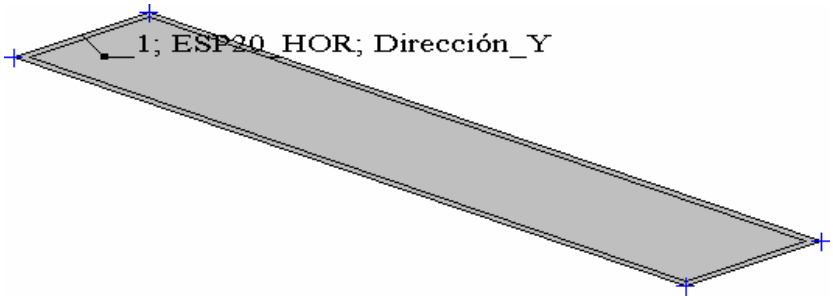
9.8.1. Definición del modelo de la estructura

9.8.1.1. Definición de la estructura

Tablero del puente – definición

OPERACION EFECTUADA	DESCRIPCIÓN
Ver / Proyección / Xy	Muestra vista de la estructura en el plano XY
Seleccione del menú el comando: **Estructura / Objetos /Polilínea – contorno**	Abre el cuadro de diálogo **Polilínea - contorno** que permite la definición de diferentes tipos de líneas (polilíneas, contorno y, polilíneas)
Clic.B.Izq. en el botón **Geometría**	Abre el cuadro de diálogo que permite la definición del contorno.
Entre las siguientes coordenadas en el espacio en verde: (0,0,0) **Agregar**, (30;0;0) **Agregar**, (30,6,0) **Agregar**, (0,6,0) **Agregar**, **Aplicar** **Cerrar**	Definición del contorno.
	Vuelve a la vista inicial del modelo de la estructura en el cuadro de diálogo gráfico, de tal modo que toda la estructura cabe en la ventana.
Estructura / Paneles	Abre el cuadro de diálogo **Panel**, que permite la definición de los paneles en la estructura.
Clic.B.Izq. en el botón ... colocado a la derecha del campo **Espesor**	Abre el cuadro de diálogo **Nuevo espesor**.
En la pestaña *Uniforme* entre una nueva valor espesor 20 cm, entre un nuevo nombre ESP20_HOR. **Agregar** / **Cerrar** .	Define un nuevo panel y cierra el cuadro de diálogo.
Clic.B.Izq. en el botón ... situado a la derecha del campo *Armado*	Abre el cuadro de diálogo ***Parámetros de las armaduras***.

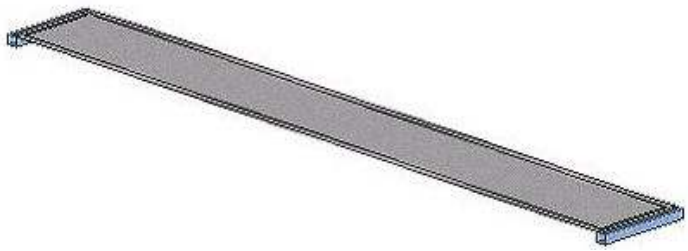
En la pestaña *General*, en la zona *Dirección de la armadura principal*, seleccione la opción *Según el eje Y*	Selección de la dirección de las armaduras principales
En el campo *Nombre,* entre *Dirección_Y* **Agregar**, **Cerrar**	Afectación del nombre al nuevo tipo de armado, Cierro de el cuadro de diálogo ***Parámetros de las armaduras***
Clic.B.Izq. en el campo *Armadura* seleccione la opción ***Dirección Y***	Definición de tipo de armadura que será aplicada en el panel.
Clic.B.Izq. en la opción *Punto interior* que se encuentra en el campo *Crear a través*; Pase a la ventana gráfica y seleccione el punto que se encuentra dentro del panel	Aplicación de las características seleccionadas al panel seleccionado.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Panel***.
Ver / Proyección / 3D xyz	Muestra la vista 3D de la estructura. La estructura definida está presentada en el dibujo de abajo



9.8.1.2. Definición de los apoyos

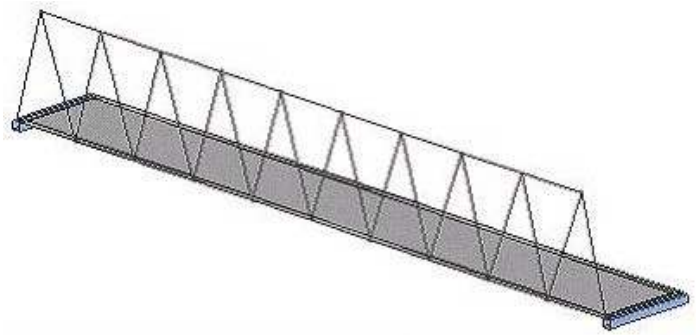
Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos***, que permite seleccionar los atributos de la estructura, que serán presentados en la ventana.
En la pestaña *EF* desactive la opción *Número y descripción paneles* **OK**	Activación del cuadro de diálogo Número y descripción del panel.

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Apoyos**	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium*** que permite la definición de los apoyos.
Seleccione el apoyo empotrado	Selección de tipo de apoyo
Clic.B.Izq. en la opción *Línea*, **Clic.B.Izq.** en el campo *Selección actual*	
Pase a la ventana gráfica; presionando el botón izquierdo del ratón seleccione dos bordes más cortos del tablero	Aplicación de los apoyos empotrados en los dos bordes más cortos del tablero.
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Geometría**	Selección de la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***.
Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos***, que permite seleccionar *los* atributos de la estructura, que serán presentados en la ventana.
En la pestaña *Estructura* seleccione la opción *Apoyos – símbolos.* **OK**	Muestra en la ventana los símbolos definidos en la estructura de los apoyos, cierra el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos***. La estructura definida ha sido presentada en el dibujo de abajo.



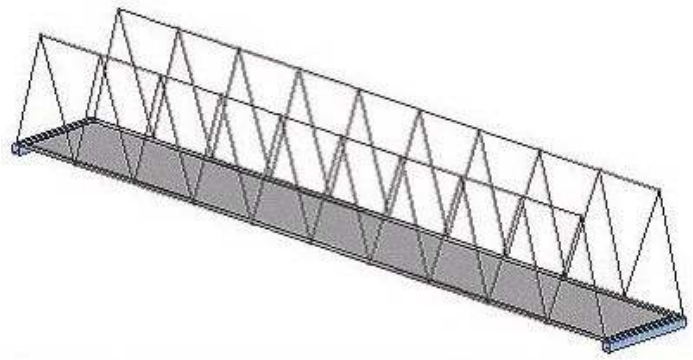
9.8.1.3. Definición de las diagonales del puente (estructuras tipo)

Seleccione el ícono *Estructura tipo*: de la barra de herramientas lateral	Abre el cuadro de diálogo ***Estructura tipo*** que permite la definición de las estructuras tipo (o elementos de la estructura)
En el campo *Selección la de base de estructuras* seleccione la opción – *Estructuras tipo - pórticos, celosías, barras* (en el cuadro de diálogo ***Estructura tipo*** aparecerá **Nuevo** seleccione la estructura. **Clic.B.Izq.** (dos veces) en el ícono (último de la tercera fila)	Abre el cuadro de diálogo ***Celosía Trapezoidal tipo 3***.
En la pestaña *Dimensiones* **Clic.B.Izq.** en el campo *Longitud L1* {30}	Definición de la longitud del cordón inferior de la celosía (es también posible hacerlo de manera gráfica, haciendo clic en la ventana gráfica en dos nudos que definen la longitud del cordón de la celosía)
Clic.B.Izq. en el campo *Longitud L2* {27}	Definición de la longitud del cordón superior de la celosía.
Clic.B.Izq. en el campo *Altitud H* {5}	Definición de la altitud de la celosía.
Clic.B.Izq. en el campo *Número de paneles* {10}	Definición del número de los campos en los que la celosía será dividida por las diagonales.
Active la opción ***No*** en la opción de la selección *Viga continuo*	Los cordones inferior y superior de la celosía definida serán compuestos de segmentos.
En la pestaña *Insertar* **Clic.B.Izq.** en el campo *Punto de inserción;* entre las coordenadas: (0,0,0)	Definición de las coordenadas del punto de inserción de la celosía.
Clic.B.Izq. en los botones: **Aplicar** y **OK**	La inserción de la estructura definida en el punto indicado, Cierre del cuadro de diálogo *Insertar estructura*.



	Abre el cuadro de diálogo ***Perfiles***.
Clic.B.Izq. en el campo *Líneas / Barras*, pase a la ventana gráfica y seleccione por ventana todas las barras de la celosía	Selección de barras de la celosía
Clic.B.Izq. en el perfil HEA 300	Selección de perfil que será aplicado al las barras seleccionadas. Nota : Si el perfil HEA 300 no es accesible en la lista hay que presionar la tecla que se encuentra en la parte superior del cuadro de diálogo. En la ventana aparecerá el cuadro de diálogo ***Nueva sección***. En la pestaña *Estándar*, en el campo *Selección de la sección* seleccione las siguientes opciones: *Base de datos – Catpro* *Familia – HEA* *Sección – HEA 300* Presione la teclas **Agregar** y, a continuación **Cerrar**, lo que agregará la sección HEA 300 a la lista de las secciones accesible y cierra el cuadro de diálogo ***Nueva sección***.
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**, Validación del reemplazamiento del material por el material por defecto, **Cerrar**	Aplica el perfil HEA 300 a todas las barras de la celosía, cierra el cuadro de diálogo.
Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos.***
En la pestaña *Perfiles* seleccione la opción *Esquemas* **OK**	Activación de la presentación de los perfiles de las barras en la ventana.

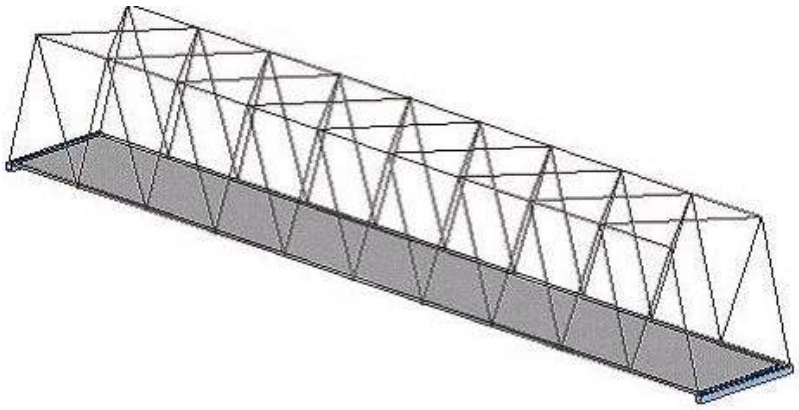
Pase a la ventana gráfica, seleccione todas las barras de la celosía entrada manteniendo presionada la tecla CTRL	
Edición/ Transformar/Translación	Abre el cuadro de diálogo ***Translación***.
Clic.B.Izq. en el campo **(dX, dY, dZ)** Entre las coordenadas: (0,6,0)	Definición del vector de translación.
Ejecutar / Cerrar	Translación barras, resalta barras trasladadas, cierra el cuadro de diálogo ***Translación***. La estructura definida está presentada en el dibujo de abajo.



9.8.1.4. Definición de contravientamientos

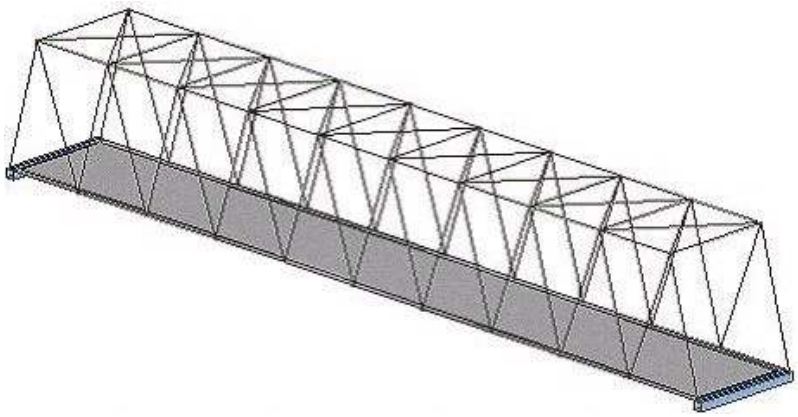
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Barras** 	En la lista de esquemas disponibles en el sistema ***Robot Millennium***, selección del esquema **Barras** que permite la definición de barras.
Clic.B.Izq. en el campo *Tipo de barra* seleccione: *Barra* **Clic.B.Izq.** en el campo *Sección* seleccione: IPE 100	Definición de las propiedades de la barra. Nota: Si la sección IPE 100 no es accesible en la lista presione el botón ... que se encuentra a la derecha de la opción *Sección* que abre el cuadro de diálogo ***Nueva sección***. En la pestaña *Estándar* en el campo *Selección de la sección* seleccione las siguientes opciones: *Base de datos – Kat_pro* *Familia – IPE* *Sección – IPE 100* Presione las teclas **Agregar** y, a a continuación, **Cerrar** para añadir la sección IPE 100 a la lista de las secciones accesibles y cerrar el cuadro de diálogo ***Nueva sección***.
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio y Final* (el color del fondo cambiará al verde) (1.5,0,5) (4.5,6,5) (1.5,6,5) (4.5,0,5)	Definición de contravientamientos.
Pase a la ventana gráfica **Clic.B.Der.** en un punto cualquiera de la ventana. En el menú contextual activo seleccione la opción *Seleccionar*, resalta las barras definidas para los contravientamientos, manteniendo presionada la tecla CTRL. En el menú, seleccione la opción: ***Edición / Transformar / Translación***	Abre el cuadro de diálogo ***Translación***.

Clic.B.Izq. en el campo (dX, dY, dZ) (3,0,0), En el campo *Número de repeticiones* {8}	Definición del vector de translación y de número de repeticiones.
Ejecutar, Cerrar	Translación de las barras de la estructura.
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Geometría**	Selección de la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***, La estructura definida está presentada en el dibujo de abajo.



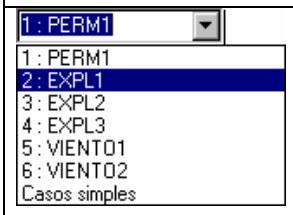
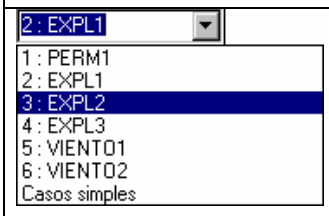
9.8.1.5. Definición de vigas transversales

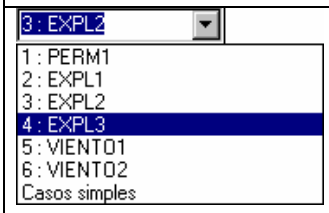
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo de estructura / Barras**	Selección de la ventana **Barras** de la lista accesibles de ventanas del sistema ***Robot Millennium***, que permite la definición de barras.
Clic.B.Izq. en el campo *Tipo de barra,* seleccione la opción *Barra* **Clic.B.Izq.** en el campo *Sección*, seleccione: (IPE 300)	Definición de propiedades de la barra. Nota: si la sección IPE 300 no es accesible en la lista hay que actuar de la misma manera que en el caso de la sección IPE 100.
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio y Final* (el color del fondo cambiará a verde) (1.5,0,5) (1.5,6,5)	Definición de barras transversales.
Pase a la ventana gráfica **Clic.B.Der.** en un punto cualquiera de la ventana En el menú contextual activo seleccione la opción ***Seleccionar*** y resalte la barra transversal definida.	
Seleccione del menú la opción: ***Edición / Transformar / Translación***	Abre el cuadro de diálogo ***Translación***.
Clic.B.Izq. en el campo **(dX, dY, dZ):** (3,0,0) en el campo *Número de repeticiones* {9}	Definición del vector de translación y número de repeticiones. .
Ejecutar, Cerrar	Translación de la barra seleccionada.
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Geometría**	Selección de la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***, La estructura definida está presentada en el dibujo de abajo.



9.8.1.6. Definición de cargas

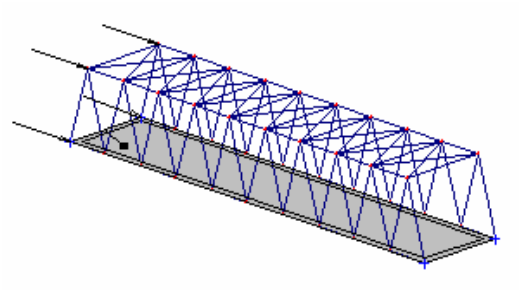
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo de estructura / Cargas**	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium*** que permite la definición de la carga aplicada a la estructura. La ventana será dividida en tres campos: • ventana gráfica, • tabla ***Cargas*** • cuadro de diálogo ***Casos de carga***.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** en el cuadro de diálogo ***Casos de carga***.	Definición de caso de carga permanente (peso propio) con un nombre estándar *PERM1*.
Clic.B.Izq. en la opción *Naturaleza*: Seleccione *de explotación*	Selección del caso de carga - *de explotación.*
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo** **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo**	Definición de tres casos de carga *de explotación* con los nombres estándar: *EXPL1*, *EXPL2* y *EXPL3*.
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de la naturaleza de la carga (*Naturaleza*): Seleccione *VIENTO*	Selección del caso de carga – *VIENTO*.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo**	Definición de dos casos de carga *viento* con los nombres estándar: *VIENTO1* y *VIENTO2*.
	Nota : El peso propio será aplicado automáticamente a la estructura a todos los elementos con la dirección “Z”.

Clic.B.Izq. en el ícono del la barra de herramientas derecha	Abre el cuadro de diálogo ***Carga***.
En la pestaña *Superficie* del cuadro de diálogo ***Carga*** seleccione el ícono	Abre el cuadro de diálogo ***Carga uniforme***.
	Selección del caso de carga: *EXPL1*.
En el campo *Valores Z* entre el valor : –2.5 **OK**	Definición de la carga uniforme aplicada a los elementos finitos superficiales conforme con la dirección del eje Z del sistema global de las coordenadas. Cierra el cuadro de diálogo ***Carga uniforme***.
En el campo *Aplicar*, que se encuentra en el cuadro de diálogo ***Carga***, entre el número del panel: 1	Muestra la selección actual del panel de la estructura, al que será aplicada la carga.
Aplicar	Aplicación de la carga definida al panel seleccionado.
En el cuadro de diálogo *Cargas* en la pestaña Superficie, presione el botón	Abre el cuadro de diálogo *Carga uniforme (contorno)*
	Selección del caso de carga: *EXPL2*.
En el campo *Valores Z* entre el *valor* : –2.0	Definición de los valores y de la dirección de actuación de la carga uniforme al contorno.

Clic.B.Izq. en el botón *Definición del contorno*	Abre la ventana que permite la definición del contorno, al que será aplicada la carga uniforme. Es posible hacerlo entrando las coordenadas del contorno en el cuadro de diálogo o indicando con el ratón la ventana gráfica de los puntos que definen el contorno.
En el campo verde entre las coordenadas del contorno: (0,0,0); **Agregar** (30,0,0); **Agregar** (30,1.5,0); **Agregar** (0,1.5,0); **Agregar**	Definición del contorno al que será aplicada la carga.
Clic.B.Izq. en el botón **Agregar** que se encuentra en la parte inferior del cuadro de diálogo *sobrecarga uniforme (contorno*)	Cierra el cuadro de diálogo *Carga uniforme (contorno*)
En el campo **Aplicar a** entre el número del panel: 1	Muestra la selección actual del panel de la estructura, al que será aplicada la carga.
Aplicar	Aplicación de la carga definida al panel seleccionado.
En el cuadro de diálogo *Cargas* seleccione la pestaña Superficie, presione el ícono	Abre el cuadro de diálogo *Carga uniforme (contorno*)
	Selección del caso de carga: *EXPL3*.
En el campo *Valores Z ,* entre los valores : –2.0	Definición de los valores y de la dirección de actuación de la carga uniforme al contorno.
Clic.B.Izq. en el botón ***Definición del contorno***	Abre la ventana que permite la definición del contorno.

En el campo verde entre las coordenadas del contorno : (0,4.5,0); **Agregar** (30,4.5,0); **Agregar** (30,6,0); **Agregar** (0,6,0); **Agregar**	Definición del contorno al que será aplicada la carga.
Clic.B.Izq. en el botón **Agregar** que se encuentra en la parte inferior del cuadro de diálogo *sobrecarga uniforme (contorno)*	Cierra el cuadro de diálogo ***Carga uniforme (contorno*)**
En el campo *Aplicar a* entre el número del panel: 1	Muestra la selección actual del panel de la estructura al que será aplicada la carga.
Aplicar	Aplicación de la carga definida al panel seleccionado.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Carga***.
Seleccione del menú *Ver / Proyección / Zx*	Muestra la vista de la estructura en el plano ZX
Pase a la tabla de cargas. **Clic.B.Izq.** en el quinto campo de la columna ***Caso,*** seleccione el quinto caso de carga *VIENTO1* de la lista	Definición de carga para el quinto caso de carga.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna tipo de carga, seleccione tipo de carga (*fuerza nodal)* de la lista de casos de carga accesibles	Selección de tipo de carga.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna ***Lista***, Seleccione de manera gráfica, todos los nudos más cercanos a la celosía	Selección de los nudos a los que será aplicada la *fuerza nodal*.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna "FY=" , (1.25)	Selección de la dirección y del valor de la fuerza nodal.
Seleccione del menú *Ver / Proyección / 3D xyz*	Muestra la vista 3D de la estructura.

Clic.B.Izq. en el sexto campo de la columna *Caso* en la tabla de cargas, seleccione el sexto caso de carga *VIENTO2* de la lista	Definición de carga para el sexto caso de carga.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna tipo de carga, seleccione *(fuerza nodal)* de la lista de casos de carga accesibles	Selección de tipo de carga.
Clic.B.Izq. en el campo de la columna *Lista*, seleccione cuatro nudos de la celosía, tal como lo indica el dibujo presentado a continuación	Selección de los nudos a los que será aplicada la *fuerza nodal*.



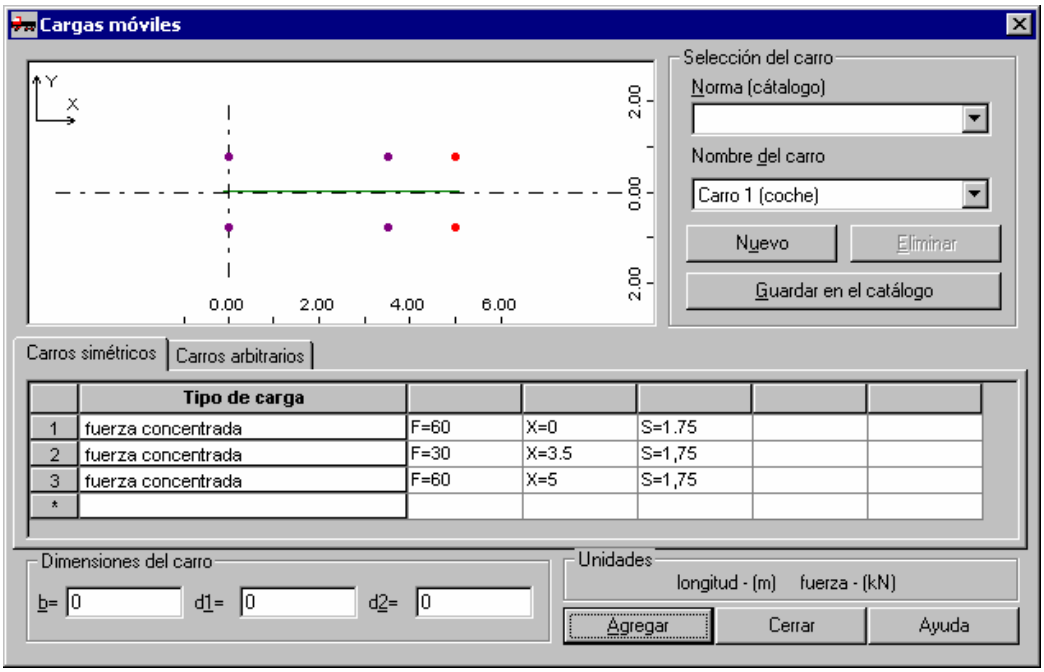
Clic.B.Izq. en el campo de la columna "FX=" , entre los valores : (0.60)	Selección de la dirección y del valor de la fuerza nodal.
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Geometría**	Selección de la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***.

9.8.1.7. Definición de la carga móvil aplicada al tablero del puente

Herramientas / Preferencias para el proyecto / Catálogos / Catálogo de carros	Abre el cuadro de diálogo **Preferencias del proyecto**.
	El hecho de presionar *Crea nueva base del usuario* colocada en la parte superior del cuadro de diálogo ***Preferencias del proyecto***, abrirá el cuadro de diálogo ***Nueva carga móvil***.

Entre: En el campo *Catálogo - Usuario* En el campo *Nombre del catálogo* – Catálogo del usuario En el campo *Descripción del catálogo* – Carros definidos por el usuario En el campo *Unidades interiores del catálogo* seleccione : (kN) como Unidad de fuerza (m) como Unidad de longitud	
Crear	Crea una nueva base de carros, cierra el cuadro de diálogo ***Nueva carga móvil***.
OK	Cierra el cuadro de diálogo ***Preferencias del proyecto***.
Cargas / Cargas especiales / Móviles	Abre el cuadro de diálogo ***Cargas móviles***.
🗋	Abre el cuadro de diálogo ***Cargas móviles*** que sirve para la definición de un nuevo carro.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Definición de un nuevo carro.
En la ficha *Simétrica* entre el nombre del carro: Carro1 (Coche) OK	Definición del nombre de nuevo carro.
Clic.B.Izq. en la primera línea en la tabla colocada en la parte inferior del cuadro de diálogo *Carga móvil*	Definición de las fuerzas aplicadas.
Seleccione tipo de carga: Fuerza concentrada	Selección de tipo de carga.
F = 60, X = 0.0, S = 1.75	Define los valores y la aplicación de la fuerza concentrada.
Clic.B.Izq. en la segunda línea en la tabla colocada en la parte inferior del cuadro de diálogo ***Carga móvil***	Definición de las fuerzas aplicadas.
Seleccione tipo de carga: Fuerza concentrada	Definición tipo de carga.
F = 30, X = 3.5, S = 1.75	Define los valores y la aplicación de la fuerza concentrada.

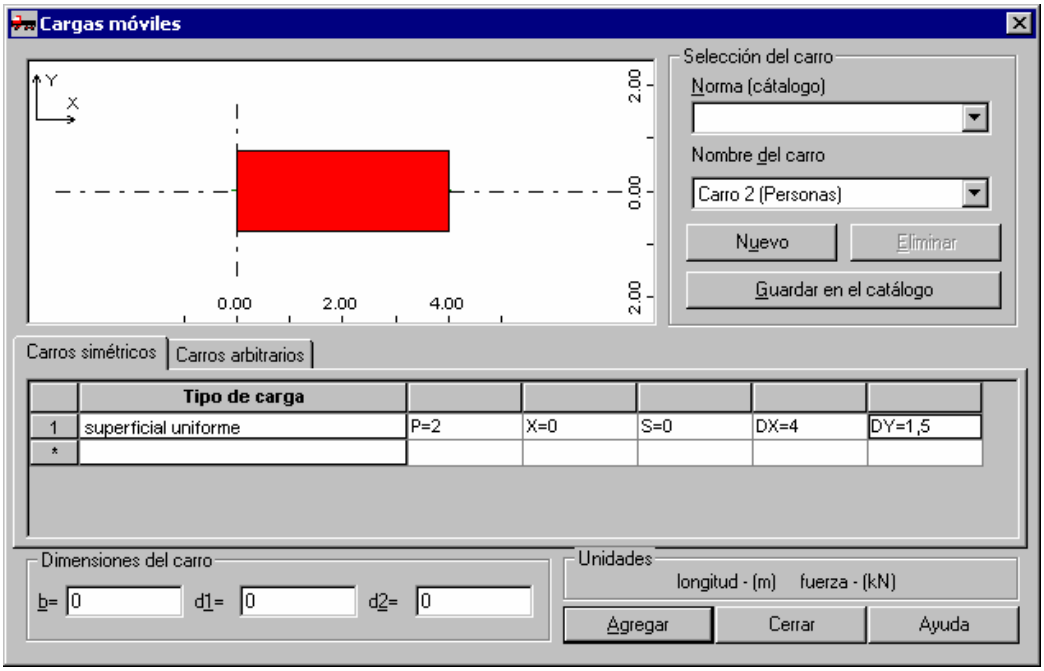
Clic.B.Izq. en la tercera línea de la tabla colocada en la parte inferior del cuadro de diálogo ***Carga móvil***	Definición de las fuerzas aplicadas.
Seleccione tipo de carga: Fuerza concentrada	Selección de tipo de carga.
F = 60, X = 5.0, S = 1.75	Define los valores y la aplicación de la fuerza concentrada.
Clic.B.Izq. en el botón **Guardar en el catálogo**	Abre el cuadro de diálogo ***Catálogos de cargas móviles***.
En el cuadro de diálogo ***Catálogos de las cargas móviles*** seleccione Catálogo del Usuario, Presione la tecla **OK**	Guarda el carro definido en el catálogo *Del usuario*.
Agregar , Cerrar	Añade del nuevo carro da la lista de los carros activos, cierra el cuadro de diálogo ***Cargas móviles.***



En el campo *Nombre*, entre el nombre de la carga móvil (Caso de carga n.°7) Carro 1 (Coche)	Definición del nombre de la carga móvil.

Clic.B.Izq. en el botón **Definir**	Abre el cuadro de diálogo ***Polilínea - contorno***, que permite la definición del camino por el que se desplazará el carro.
En el cuadro de diálogo **Polilínea - contorno** en la pestaña *Método de generación* seleccione la opción *Línea*. Presione la tecla **Geometría** y luego define dos puntos que definan el camino del carro: Punto P1 (0,3,0) Punto P2 (30,3,0)	Definición del camino de la carga móvil.
Aplicar , Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Polilínea - contorno***.
Clic.B.Izq. En el campo *Paso* {1} Aplique los valores predeterminados de la dirección de carga (0,0,-1) que supone que la carga móvil actuará conforme con la dirección del eje Z pero con la orientación contraria.	Definición del paso de la modificación de posición de la carga móvil y de la dirección de actuación de la carga.
Clic.B.Izq. en la opción *Automático* en el campo *Plano de aplicación*	Selección de la superficie de redistribución de las fuerzas que definen el carro. Selección de la opción *Automático* hará que las fuerzas se dispondrán automáticamente en los elementos más próximos seleccionados de todos los elementos de la estructura
Aplicar	Creación de caso de carga móvil con el nombre *Pasaje del coche*.
	Abre el cuadro de diálogo ***Cargas móviles*** que permite la definición de un nuevo caso de carga móvil.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Definición de una nueva carga móvil .
En la ficha *Simétricas* entre el nombre de la carga móvil: Carro 2 (Personas) **OK**	Definición del nombre para el nuevo caso de carga móvil.

Clic.B.Izq. en la primera línea en la tabla colocada en la parte inferior del cuadro de diálogo ***Carga móvil***	Definición de las fuerzas aplicadas.
Seleccione el tipo de carga: carga superficial uniforme	Selección de tipo de carga.
P = 2,0; X = 0.0 S = 0.0; DX = 4.0; DY = 1.5	Definición de los valores y distribución de la carga móvil superficial.
Clic.B.Izq. en el botón **Guardar en la base**	Abre el cuadro de diálogo ***Catálogo de cargas móviles***.
OK en el cuadro de diálogo	Guarda el carro definido en la base del usuario. Cierra el cuadro de diálogo ***Catálogo de cargas móviles***.
Agregar, Cerrar	Añade el carro definido da la lista de los carros activos, cierra el cuadro de diálogo ***Carga móvil***.



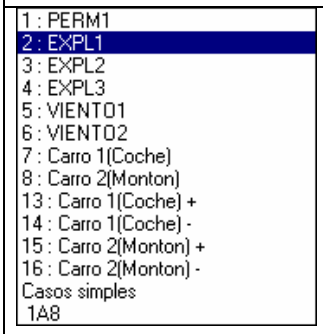
En el campo *Nombre* entre el nombre de la carga móvil (Caso de carga n.° 8) Carro 2 (Montón)	Definición del nombre de la carga móvil.

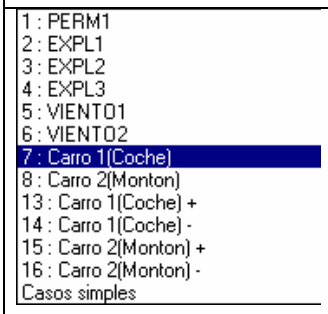
Clic.B.Izq. en el botón **Definir**	Empieza la definición del camino de la carga móvil, Abre el cuadro de diálogo ***Polilínea - contorno***.
En el cuadro de diálogo ***Polilínea - contorno*** en la pestaña *Método de generación* seleccione la opción *Línea*. Presione la tecla ***Geometría*** y luego define dos puntos que definen el trayecto del carro: Punto P1 (0,1.5,0) Punto P2 (30,1.5,0)	Definición del camino de la carga móvil.
Aplicar , Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo *Polilínea - contorno* .
Clic.B.Izq. En el campo *Paso* {1} Aplicar los valores predeterminados de dirección de la carga (0,0,-1) que supone que la carga móvil actuará conforme con la dirección del eje Z pero con la orientación	Definición del paso de la modificación de la posición de la carga móvil y de la dirección de actuación de la carga.
Clic.B.Izq. en la opción *Automático* en la zona *Plano de aplicación*	Selección de la superficie de redistribución de las fuerzas que definen el carro. Selección de la opción *Automático* hará que las fuerzas serán distribuidas automáticamente en los elementos más próximos de todos los elementos de la estructura
Aplicar , **Cerrar**	Creación de caso de carga móvil con el nombre *Carga móvil superficial,* cierra el cuadro de diálogo.

9.8.2. Análisis de la estructura

Herramientas / Preferencias para el proyecto/ Análisis de la estructura	Abre el cuadro de diálogo ***Preferencias para el proyecto***
Desactivar la opción *Bloquear automáticamente los resultados de los cálculos de la estructura* **OK**	Desactiva el bloqueo de los resultados de los cálculos de la estructura. Cierro de el cuadro de diálogo ***Preferencias para el proyecto***.
	Empieza los cálculos de la estructura definida. Cuando los cálculos serán realizados en la barra de herramientas superior del sistema ***Robot Millennium*** será presentada la siguiente información: *Resultados MEF: actuales.*

9.8.3. Presentación de los resultados

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Resultados / Resultados - mapas**	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium***, que sirve para ver los resultados de los cálculos. La ventana será dividida en dos campos: editor gráfico que contiene el modelo de la estructura y el cuadro de diálogo ***Mapas.***
	Selección del segundo caso de carga *EXPL1*.
En la pestaña *Detallados* active la opción *Desplazamientos- u,w* **z** que significa el desplazamiento en la dirección del eje z que se encuentra a la altura de la opción *Desplazamientos- u,w*	Activación de la visualización del desplazamiento perpendicular a la superficie del elemento finito.

Active la opción *Mapas*	Los resultados obtenidos para los elementos superficiales finitos serán presentados en forma de mapas.
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	Presentación de las translaciones de la estructura.
	Selección del séptimo caso de carga *Carro 1 (Coche)*.
En la pestaña *Deformaciones* active la opción *Activar*	Selección de esta opción hace que se visualice la deformación para la estructura.
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	Presentación de las translaciones de la estructura.
Cargas / Seleccionar componente del caso	Abre el cuadro de diálogo ***Componente del caso***.
Clic.B.Izq. en el botón **Animación**	Abre el cuadro de diálogo ***Animación***.
Clic.B.Izq. en el botón **Iniciar**	Después de presionar el botón Start el programa prepara la animación de la magnitud seleccionada a base de los parámetros dados y comienza la animación.
Detener la animación (**Clic.B.Izq.** en el botón), Cierre la barra de herramientas	Detiene la animación del carro.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo *Componente del caso*.
Seleccione la opción: *Desplazamientos- u,w* y *activo* que se encuentran el cuadro de diálogo *Mapas* Aplicar	

9.8.4. Dimensionamiento de las barras de la estructura

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium Modelo / Barras***	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium***, que sirve para definir de las barras en la estructura. La ventana será dividida en tres campos: editor gráfico que contiene el modelo de la estructura, el cuadro de diálogo: ***Barra*** y la tabla ***Barras***.
Pase a la ventana gráfica, seleccione del menú : *Estructura / Parámetros reglamentarios / Tipo de barra de acero / de aluminio*	Abre el cuadro de diálogo ***Tipo de barra***.
	Abre el cuadro de diálogo ***Definición de la barra - parámetros*** que permite modificar los parámetros de tipo u de la barra para la norma de acero española NBE-EA-95.
En el campo *Coeficiente de longitud de pandeo mi y* presione el botón	Abre el cuadro de diálogo ***Diágramas de pandeo***, que permite la modificación de la longitud de pandeo de las barras.
Seleccione el último ícono en la segunda fila **OK**	Aplicación del esquema de pandeo seleccionado y del coeficiente de longitud de pandeo correspondiente, cierra el cuadro de diálogo ***Diágramas de pandeo.***
En el campo **Coeficiente de longitud de pandeo** presione el botón	Abre el cuadro de diálogo **Diágramas de pandeo**, que permite la modificación de la longitud de pandeo de las barras.
Seleccione el último ícono en la segunda fila **OK**	Aplicación del esquema de pandeo seleccionado y del coeficiente de longitud de pandeo correspondiente, cierra el cuadro de diálogo **Diágramas de pandeo.**
En el campo **Tipo de barra** entre: Cordones	Aplicación del nombre para un nuevo tipo de barra.
Guardar, Cerrar	Guarda los parámetros actuales para el tipo de barra Cordones , Cierra el cuadro de diálogo **Definición de la barra – parámetros.**

Clic.B.Izq. en la opción Lineas / Barras en el cuadro de diálogo **Tipo de barra**, Pase a la ventana gráfica y seleccione todas las barras de los cordones: inferior y superior manteniendo presionada la tecla CTRL	Selección de barras que crean los cordones de las diagonales.
Aplicar	Aplicación del tipo actual de la barra (Cordones) a los elementos seleccionados la celosía.
	Abre el cuadro de diálogo ***Definición de la barra - parámetros*** que permite modificar los parámetros del tipo de barra para la norma de acero española NBE-EA-95.
En el campo *Coeficiente de longitud de pandeo y* presione el botón	Abre el cuadro de diálogo ***Diágramas de pandeo*** que permite la modificación de la longitud de pandeo de las barras.
Seleccione la primera tecla en la tercera fila **OK**	Aplica el esquema de pandeo seleccionado y el coeficiente de longitud correspondiente, cierra el cuadro de diálogo ***Diágramas de pandeo*** .
En el campo *Coeficiente de longitud de pandeo z* presione el botón	Abre el cuadro de diálogo ***Esquemas de pandeo***, que permite la modificación de la longitud de pandeo de las barras.
Seleccione la primera tecla en la tercera fila **OK**	Aplicación del esquema de pandeo seleccionado y del coeficiente de longitud de pandeo correspondiente, cierra el cuadro de diálogo ***Esquemas de pandeo*** .
En el campo *Tipo de barra* entre: *Diagonales*	Aplicación del nombre a un nuevo tipo de barra.
Guardar, Cerrar	Guarda los parámetros actuales para el tipo de la barra *Diagonales*, cierra el cuadro de diálogo ***Definición de la barra – parámetros.***

Clic.B.Izq. en la opción *Líneas / Barras* en el cuadro de diálogo ***Tipo de barra***, Pase a la ventana gráfica y seleccione todas las diagonales de la celosía manteniendo presionada la tecla CTRL	Selección de barras que crean los diagonales
Aplicar, Cerrar	Aplica el tipo actual de la barra (*Diagonales*) a los elementos seleccionados en la celosía. Cierra el cuadro de diálogo ***Tipo de barra***.

9.8.4.1. Dimensionamiento de la estructura

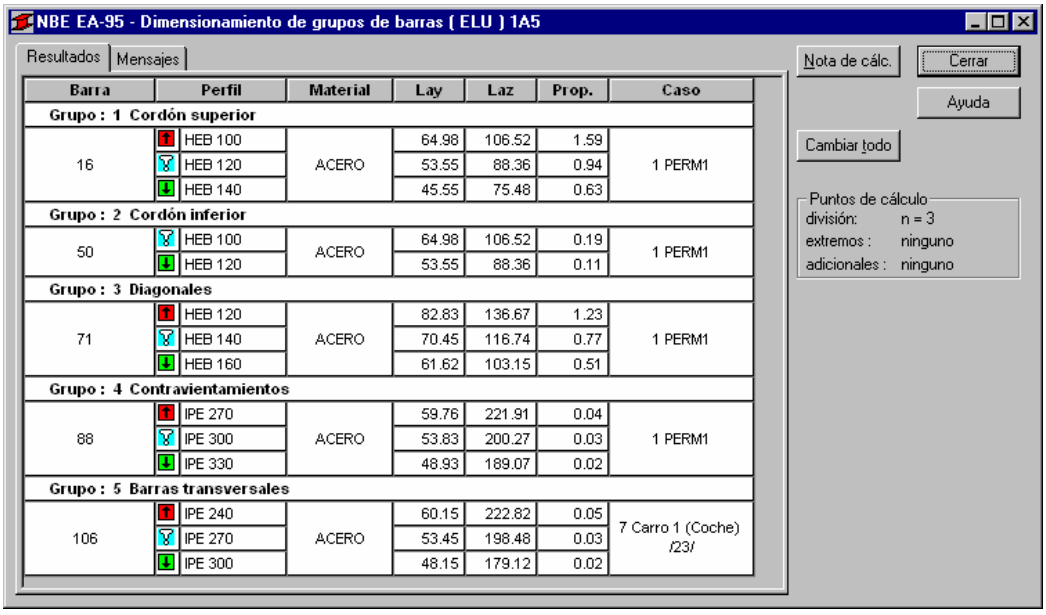
Norma de acero española : NBE EA-95

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Dimensionamiento / Dimensionamiento de acero/aluminio**	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium***, que sirve para el dimensionamiento de las estructuras de acero (aluminio). La ventana será dividida en patres: • editor gráfico que contiene el modelo de la estructura • cuadros de diálogo: ***Definiciones*** y***Cálculos***.
En la pestaña *Grupos* del cuadro de diálogo ***Definiciones*** **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo**	Empieza la definición del primer grupo de barras.
Defina el primer grupo de barras con los siguientes parámetros: Número: *1* Nombre: *Cordón superior* Lista de barras: **Clic.B.Izq.** en la ventana gráfica con el modelo de la estructura; manteniendo presionada la tecla CTRL seleccione barras de los cordones superiores de las celosías Material: Acero	Definición del primer grupo de barras compuestos de los elementos que crean los cordones superiores de las diagonales.
Guardar	Guarda parámetros del primer grupo de barras.

Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** En la pestaña *Grupos* del cuadro de diálogo ***Definiciones***	Empieza la definición del segundo grupo de barras.
Defina el segundo grupo de barras con los siguientes parámetros: Número: *2* Nombre: *Cordón inferior* Lista de barras: **Clic.B.Izq.** en la ventana gráfica ; manteniendo presionada la tecla CTRL seleccione barras de los cordones inferiores de las celosías Material: Acero	Definición del segundo grupo de barras compuesto de las barras que crean cordones inferiores de los diagonales.
Guardar	Guarda los parámetros del segundo grupo de barras.
En la pestaña *Grupos* del cuadro de diálogo *Definiciones* **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo**	Empieza la definición del tercer grupo de barras.
Defina el tercer grupo de barras con los siguientes parámetros: Número: *3* Nombre: *Diagonales* Lista de barras: **Clic.B.Izq.** en la ventana gráfica; manteniendo presionada la tecla CTRL seleccione Diagonales los diagonales. Material: Acero	Definición del tercer grupo de barras compuestos de diagonales.
Guardar	Guarda parámetros del tercer grupo de barras.
En la pestaña *Grupos* del cuadro de diálogo *Definiciones* **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo**	Empieza la definición del cuarto grupo de barras.

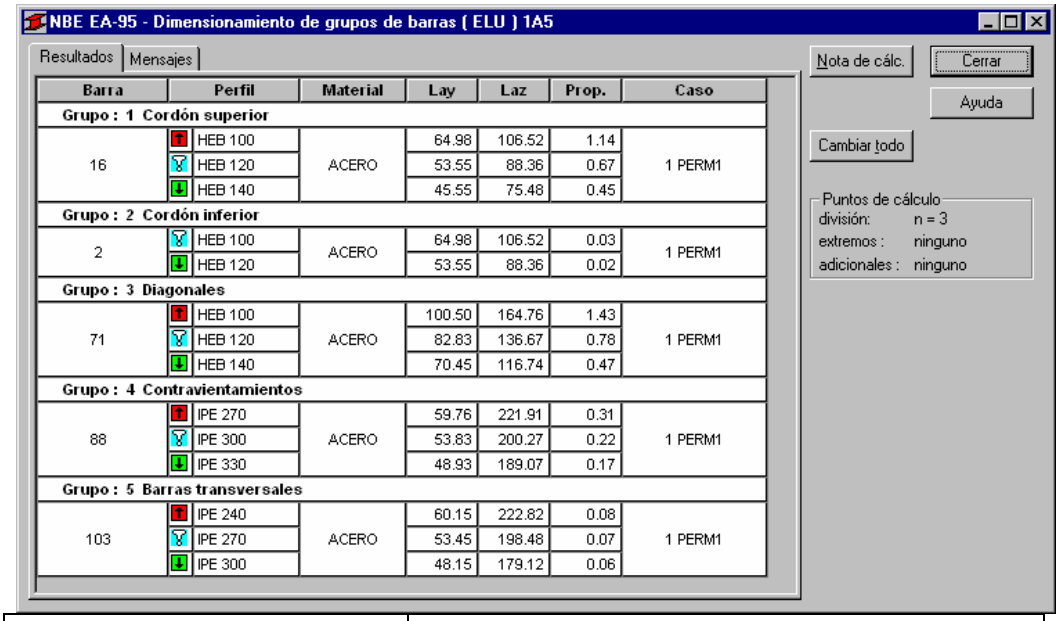
Defina el cuarto grupo de barras con los siguientes parámetros: Número: *4* Nombre: *Contravientamientos* Lista de barras: **Clic.B.Izq.** en la ventana gráfica; manteniendo presionada la tecla CTRL seleccione barras de contravientamiento de los diagonales Material: Acero	Definición del cuarto grupo de barras compuesto de las barras de contravientamiento de las diagonales.
Guardar	Guarda los parámetros del cuarto grupo de barras.
En la pestaña *Grupos* del cuadro de diálogo *Definiciones* **Clic.B.Izq.** en el botón Nuevo	Empieza la definición del quinto grupo de barras.
Defina el quinto grupo de barras con los siguientes parámetros: Número: *5* Nombre: *Barras transversales* Lista de barras: **Clic.B.Izq.** en la ventana gráfica; manteniendo presionada la tecla CTRL seleccione barras transversales que unen las dos celosías Material: Acero	Definición del quinto grupo de barras compuestas de las barras transversales que unen los cordones superiores de las diagonales.
Guardar	Guarda los parámetros el quinto grupo de barras.
En el cuadro de diálogo *Cálculos* active la opción *Dimensionamiento grupos*	Activación de esta ventana hace efectuar el dimensionamiento de los grupos. Nota: Para poder iniciar los cálculos en el modo de dimensionamiento es necesario definir por lo menos un grupo de barras.
Clic.B.Izq. en el botón **Lista** del cuadro de diálogo ***Cálculos*** a la altura de la opción *Dimensionamiento grupos*	Abre el cuadro de diálogo ***Selección grupos***.

Presione el botón **Todo** que se encuentra en la parte superior del cuadro de diálogo ***Selección grupos*** **Cerrar**	Selección de todos los grupos de barras. Cierra el cuadro de diálogo ***Selección grupos***.
Active la opción: *Optimizar* en el campo *Opciones de verificación* junto con la opción: *Ultimo* en el campo *Estado límite* Desactivar la opción *Servicio* en el campo *Estado límite*	
Presione el botón **Opciones** y luego active la opción: *Peso*	Abre el cuadro de diálogo ***Opciones de optimización.*** Selección de la opción de optimización del peso hará que la optimización tomará en cuenta el peso del perfil, eso quiere decir que la selección se efectuará entre los perfiles que cumplen con los criterios reglamentarios del perfil menos pesado en el grupo correspondiente.
OK	Cierra el cuadro de diálogo ***Opciones de optimización.***
En el cuadro de diálogo ***Cálculos*** **Clic.B.Izq.** en el botón **Seleccionar casos de carga**	Abre el cuadro de diálogo ***Selección de casos.***.
Clic.B.Izq. en el botón **Todo** (que se encuentra por encima de la tecla **Precedente**), En el campo de la edición aparecerá la lista 1A8 13A16, **Cerrar**	Selección de todos los casos de carga, Cierra el cuadro de diálogo ***Selección de casos.***.
Clic.B.Izq. en el botón **Calcular**	Empieza el dimensionamiento de los grupos seleccionados de barras de la estructura; en la pantalla aparece **Resultados abreviados** presentados a continuación



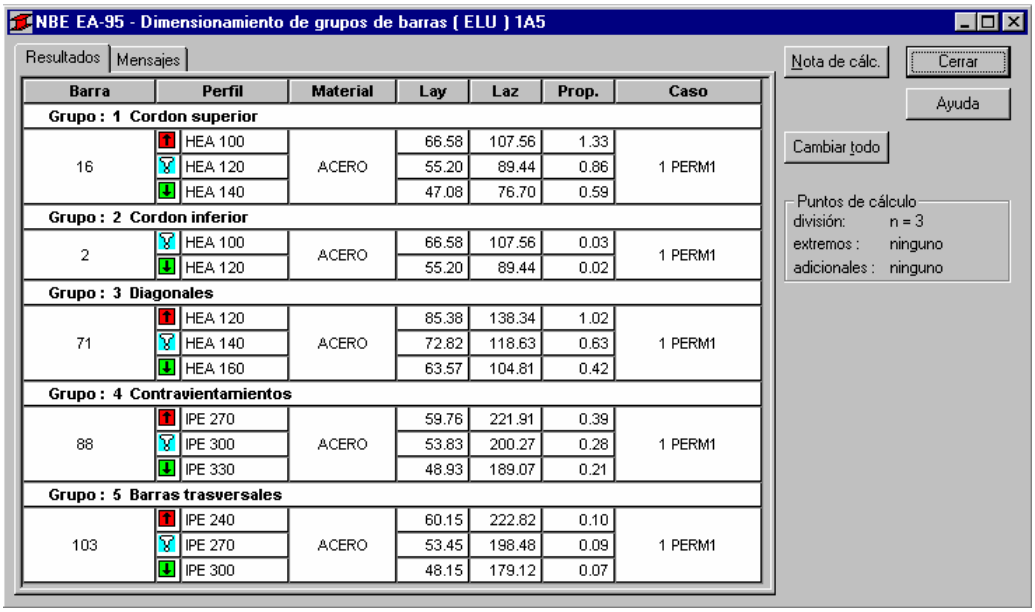
Barra	Perfil	Material	Lay	Laz	Prop.	Caso
Grupo : 1 Cordón superior						
16	HEB 100	ACERO	64.98	106.52	1.59	1 PERM1
	HEB 120		53.55	88.36	0.94	
	HEB 140		45.55	75.48	0.63	
Grupo : 2 Cordón inferior						
50	HEB 100	ACERO	64.98	106.52	0.19	1 PERM1
	HEB 120		53.55	88.36	0.11	
Grupo : 3 Diagonales						
71	HEB 120	ACERO	82.83	136.67	1.23	1 PERM1
	HEB 140		70.45	116.74	0.77	
	HEB 160		61.62	103.15	0.51	
Grupo : 4 Contravientamientos						
88	IPE 270	ACERO	59.76	221.91	0.04	1 PERM1
	IPE 300		53.83	200.27	0.03	
	IPE 330		48.93	189.07	0.02	
Grupo : 5 Barras transversales						
106	IPE 240	ACERO	60.15	222.82	0.05	7 Carro 1 (Coche) /23/
	IPE 270		53.45	198.48	0.03	
	IPE 300		48.15	179.12	0.02	

Clic.B.Izq. en el botón **Cambiar todo** que se encuentra en el cuadro de diálogo presentado en el dibujo por encima	Modificación de los perfiles actuales de las barras para todos los grupos de barras para los perfiles calculados: • para el cordón superior de HEA 300 a HEA 140, • para el cordón inferior de HEA 300 a HEA 100, • para los diagonales de HEA 300 a HEA 140 • para contravientamientos de IPE 100 a IPE 300 • para las barras transversales de IPE 300 a IPE 270 Después de la modificación de los perfiles de las barras en la barra de herramientas superior del programa ***Robot Millennium*** será presentada la siguiente información: *Resultados MEF – inactuales*
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo Resultados abreviados ***Dimensionamiento de grupos de barras***.
	Empieza los cálculos de la estructura definida. Cuando los cálculos serán realizados en la barra de herramientas superior del sistema ***Robot Millennium*** será presentada la siguiente información: ***Resultados MEF: actuales.***
Clic.B.Izq. en el botón **Calcular** en el cuadro de diálogo ***Cálculos***	Empieza el dimensionamiento de los grupos de barras seleccionadas de la estructura; en la pantalla aparece **Resultados abreviados** presentados a continuación



Barra	Perfil	Material	Lay	Laz	Prop.	Caso
Grupo : 1 Cordón superior						
16	HEB 100	ACERO	64.98	106.52	1.14	1 PERM1
	HEB 120		53.55	88.36	0.67	
	HEB 140		45.55	75.48	0.45	
Grupo : 2 Cordón inferior						
2	HEB 100	ACERO	64.98	106.52	0.03	1 PERM1
	HEB 120		53.55	88.36	0.02	
Grupo : 3 Diagonales						
71	HEB 100	ACERO	100.50	164.76	1.43	1 PERM1
	HEB 120		82.83	136.67	0.78	
	HEB 140		70.45	116.74	0.47	
Grupo : 4 Contravientamientos						
88	IPE 270	ACERO	59.76	221.91	0.31	1 PERM1
	IPE 300		53.83	200.27	0.22	
	IPE 330		48.93	189.07	0.17	
Grupo : 5 Barras transversales						
103	IPE 240	ACERO	60.15	222.82	0.08	1 PERM1
	IPE 270		53.45	198.48	0.07	
	IPE 300		48.15	179.12	0.06	

Clic.B.Izq. en el botón **Cambiar todo** que se encuentra en el cuadro de diálogo presentado en el dibujo por encima	Modificación de los perfiles actuales de las barras para todos los grupos de barras para los perfiles calculados: • para el cordón superior – sin modificaciones, • para el cordón inferior – sin modificaciones, • para los diagonales de HEA 140 a HEA 120 • para contravientamientos– sin modificaciones, • para las barras transversales – sin modificaciones Después de la modificación de los perfiles de las barras en la barra de herramientas superior del programa ***Robot Millennium*** será presentada la siguiente información: *Resultados MEF – inactuales*
Cerrar	Cerrar el cuadro de diálogo Resultados abreviados ***Dimensionamiento de grupos de barras***.
	Empieza los cálculos de la estructura definida. Cuando los cálculos serán realizados en la barra de herramientas superior del sistema ***Robot Millennium*** será presentada la siguiente información: ***Resultados MEF: actuales.***
Clic.B.Izq. en el botón **Calcular**	Empieza el dimensionamiento de los grupos seleccionados de barras; en la pantalla aparece Resultados abreviados presentados a continuación

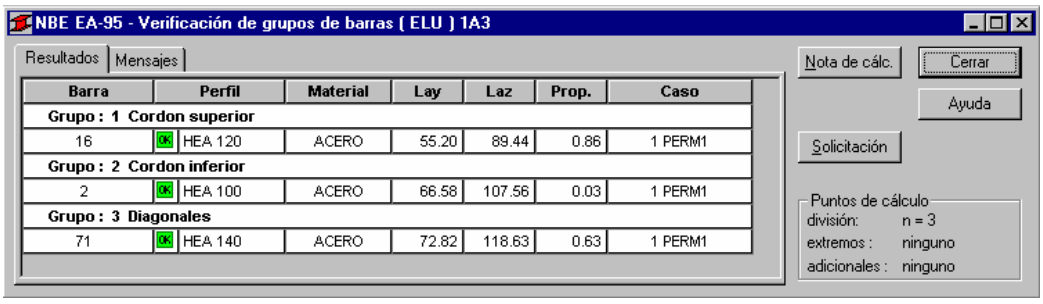


Barra	Perfil	Material	Lay	Laz	Prop.	Caso
Grupo : 1 Cordon superior						
16	HEA 100	ACERO	66.58	107.56	1.33	1 PERM1
	HEA 120		55.20	89.44	0.86	
	HEA 140		47.08	76.70	0.59	
Grupo : 2 Cordon inferior						
2	HEA 100	ACERO	66.58	107.56	0.03	1 PERM1
	HEA 120		55.20	89.44	0.02	
Grupo : 3 Diagonales						
71	HEA 120	ACERO	85.38	138.34	1.02	1 PERM1
	HEA 140		72.82	118.63	0.63	
	HEA 160		63.57	104.81	0.42	
Grupo : 4 Contravientamientos						
88	IPE 270	ACERO	59.76	221.91	0.39	1 PERM1
	IPE 300		53.83	200.27	0.28	
	IPE 330		48.93	189.07	0.21	
Grupo : 5 Barras trasversales						
103	IPE 240	ACERO	60.15	222.82	0.10	1 PERM1
	IPE 270		53.45	198.48	0.09	
	IPE 300		48.15	179.12	0.07	

Cerrar	Cerrar el cuadro de diálogo Resultados abreviados *Dimensionamiento de grupos de barras*.

Verificación de barras

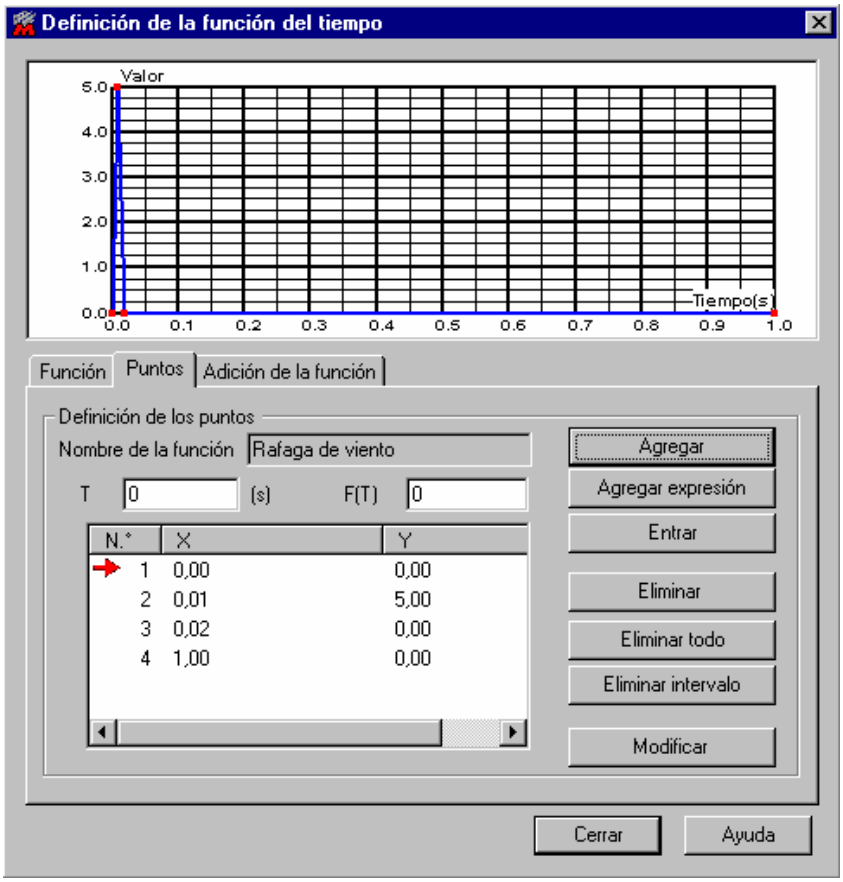
Clic.B.Izq. en el botón **Lista** del cuadro de diálogo ***Cálculos*** a la altura de la opción *Verificación grupos*	Abre el cuadro de diálogo ***Selección de grupos***.
En la pestaña *Grupo*, presionando la tecla CTRL seleccione los siguientes grupos: Diagonales, Cordón inferior y Cordón superior. Presione el botón entonces en el campo de edición aparecerá la lista 1A3 **Cerrar**	Selección de grupos de barras para verificar. Cierra el cuadro de diálogo ***Selección grupos***.
Clic.B.Izq. en el botón **Selección de casos de cálculo** del cuadro de diálogo ***Cálculos***	Abre el cuadro de diálogo ***Selección de casos.***.
Clic.B.Izq. en el botón **Todo** (que se encuentra por encima de la tecla **Precedente**), En el campo de la edición aparecerá la lista 1A8 13A16, **Cerrar**	Selección de todos los casos de carga, cierra el cuadro de diálogo ***Selección de casos.***.
Clic.B.Izq. en el botón **Calcular**	Empieza el dimensionamiento de los grupos seleccionados de barras de la estructura; en la pantalla aparece la ventana **Resultados abreviados** presentados a continuación:
Cerrar	


NBE EA-95 - Verificación de grupos de barras (ELU) 1A3
Resultados
Mensajes
Barra | Perfil | Material | Lay | Laz | Prop. | Caso
Grupo : 1 Cordon superior
16 | OK | HEA 120 | ACERO | 55.20 | 89.44 | 0.86 | 1 PERM1
Grupo : 2 Cordon inferior
2 | OK | HEA 100 | ACERO | 66.58 | 107.56 | 0.03 | 1 PERM1
Grupo : 3 Diagonales
71 | OK | HEA 140 | ACERO | 72.82 | 118.63 | 0.63 | 1 PERM1
Nota de cálc.
Cerrar
Ayuda
Solicitación
Puntos de cálculo
división: n = 3
extremos : ninguno
adicionales : ninguno

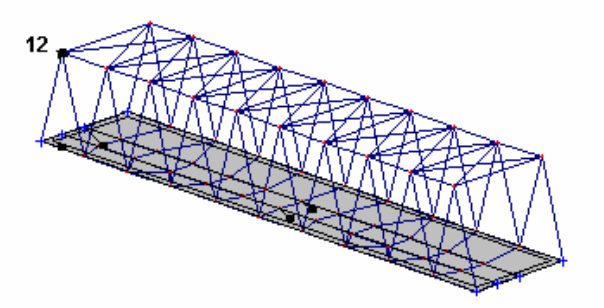
9.8.5. Análisis temporal de la estructura

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo de estructura /** ***Geometría***	Selección de la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***.
Seleccione del menú el comando: *Análisis / Tipos de análisis*	Abre el cuadro de diálogo ***Opciones de cálculo***, que permite la definición de los nuevos casos de carga (análisis modal, espectral, sísmica etc.), Modificaciones de tipo de caso de carga y de los parámetros de caso de carga seleccionada.
Clic.B.Izq. en el botón **Definir nuevo caso**	Abre el cuadro de diálogo ***Definición de un nuevo caso*** que sirve para definir el nuevo caso dinámico en la estructura.
Clic.B.Izq. en el botón **OK** en el cuadro de diálogo ***Definir nuevo caso***	Abre el cuadro de diálogo ***Parámetros del análisis modal***. Esta ventana sirve para definir los parámetros del análisis modal para el nuevo caso dinámico en la estructura.
En la zona *Método* seleccionar la opción *Lanczos* En el campo *Parámetros* active la opción *Tener en cuenta la amortiguación (de acuerdo con PS 92)*, En el campo *Número de modos:* entre 3	Selección del método del análisis de la estructura. Selección del número máximo de los modos buscados de las vibraciones propias, tomando en cuenta el amortiguamiento en análisis modal de la estructura.
Clic.B.Izq. en el botón **OK**	Añade un nuevo caso de carga (tipo *Análisis Modal)* a la lista de casos de carga.
Clic.B.Izq. en el botón **Definir nuevo caso**	Abre el cuadro de diálogo ***Definir nuevo caso.***
Seleccione la opción *Temporal* **Clic.B.Izq.** en el botón **OK** en el cuadro de diálogo ***Definir nuevo caso***	Abre el cuadro de diálogo ***Análisis temporal***, que sirve para definir los parámetros del análisis temporal para el nuevo caso dinámico en la estructura.
Clic.B.Izq. en el botón **Definición de la función**	Abre el cuadro de diálogo ***Definición de la función del tiempo***.

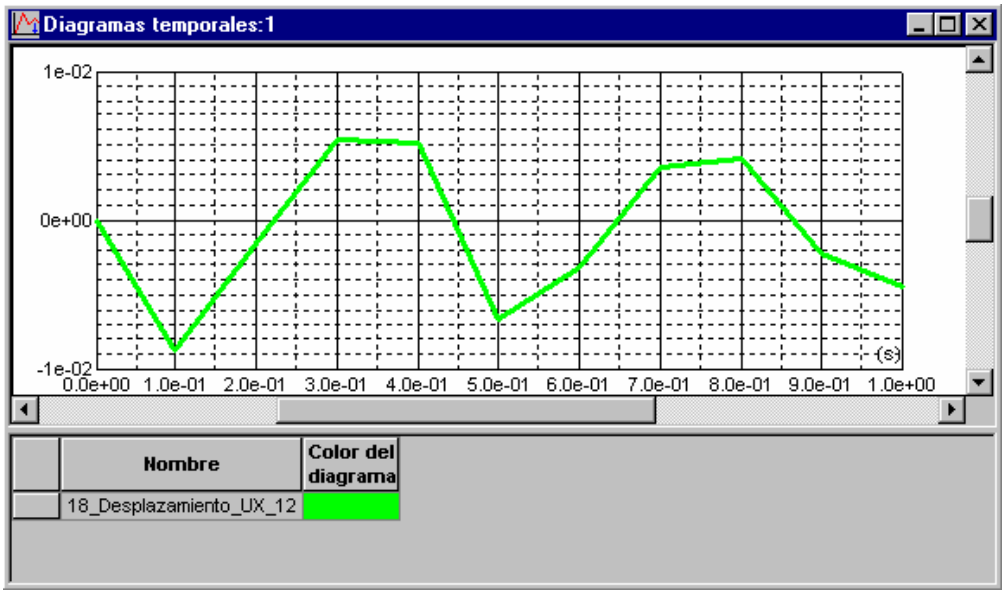
En la pestaña *Función* en el campo *Funciones definidas* entre el nombre *Ráfaga de viento* **Clic.B.Izq.** en el botón **Agregar**	Aplicación del nombre *Ráfaga de viento* para le función del tiempo. En el cuadro de diálogo aparecerán dos pestañas nuevas: *Puntos y Adición de la funcción*.
En la pestaña *Puntos* defina los siguientes puntos de la función temporal entrando los siguientes valores: T = 0.00; F(T) = 0.00 T = 0.01; F(T) = 5.00 T = 0.02; F(T) = 0.00 T = 1.00; F(T) = 0.00 **Cerrar**	Definición funkcji temporal se hará entrando los valores correspondientes del instante T [s] y los valores correspondientes de la función adimensional F(T). Cierra el cuadro de diálogo ***Definición de la función del tiempo***.



En el campo *Análisis temporal* que se encuentra en el cuadro de diálogo ***Análisis temporal***, seleccione de la lista casos de carga accesibles *VIENTO1*	Define el número seleccionado de los casos.
Clic.B.Izq. en el botón **Agregar**, **OK**	Atribuye el caso estático aprovechado en el análisis temporal.
Herramientas / Preferencias para el proyecto/ Análisis dela estructura	Abre el cuadro de diálogo ***Preferencias para el proyecto***
Seleccionar la opción *Algoritmo DSC* **OK**	Selección del algoritmo DSC para los cálculos. Cierro de el cuadro de diálogo ***Preferencias para el proyecto***
Clic.B.Izq. en el botón **Calcular**	Empieza los cálculos de la estructura para los casos de carga definidos.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Opciones de cálculo***.
Resultados / Avanzado / Análisis temporal - diagramas	Abre el cuadro de diálogo ***Análisis temporal***.
Clic.B.Izq. en el botón **Agregar**	Abre el cuadro de diálogo *Definición del diagrama* que sirve para la definición de los diagramas de las magnitudes calculadas durante del análisis temporal.
En la pestaña *Nudos* seleccione las siguientes opciones: *Desplazamientos,* *UX*	Selección de los desplazamientos con la dirección UX.
En el campo *Punto* entre el número del nudo (12)	Selección del nudo n.°12 (consulte el dibujo de abajo), para que se efectúen los desplazamientos.

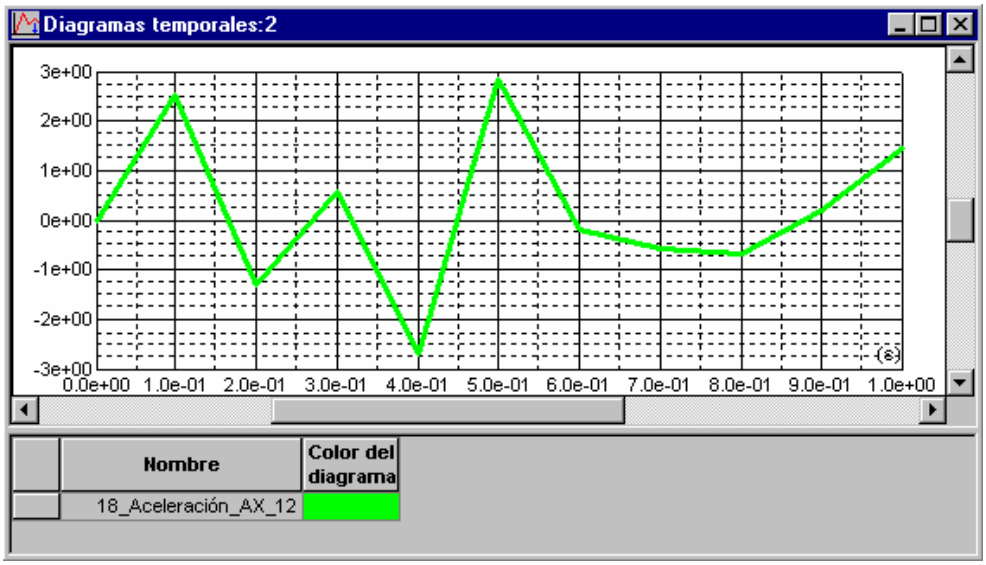


Agregar, Cerrar	En el cuadro de diálogo *Análisis temporal*, en el panel *Diagramas accesibles* aparecerá una magnitud definida. Desplazamientos con un nombre estándar *Desplazamiento_UX_12*, Cierra el cuadro de diálogo *Definir diagrama*.
Resalte *Desplazamiento_UX_12* (será resaltado), a continuación presione la tecla >	Desplazamiento del diagrama seleccionado al panel *Diagramas presentados.*
Active la opción *Abre nueva ventana* y presione el botón **Aplicar**	En la pantalla aparecerá el diagrama *Desplazamiento_UX_12* representado en el dibujo de abajo.



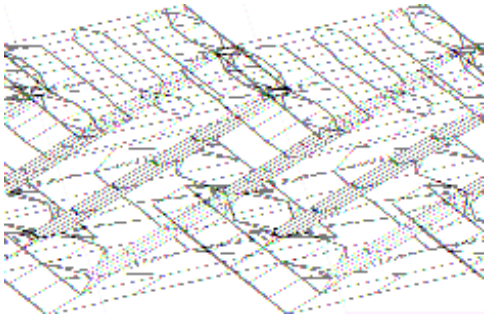
Resalte el desplazamiento UX (en el panel derecho) a continuación presione la tecla <	Eliminación de del diagrama seleccionado del panel derecho.
Clic.B.Izq. en el botón **Agregar**	Abre el cuadro de diálogo ***Definición del diagrama*** que sirve para la definición de los diagramas de las magnitudes calculadas durante el análisis temporal.

En la pestaña *Nudos* seleccione las siguientes opciones: *Aceleración,* *UX*	Selección de la aceleración en la dirección UX.
En el campo *Punto* entre el número del nudo (12)	Selección del nudo n.°12.
Agregar, **Cerrar**	En el cuadro de diálogo ***Análisis temporal***, en el panel *Diagramas accesibles* aparecerá una magnitud definida Desplazamientos con un nombre estándar*Aceleración_AX_12*, cierra el cuadro de diálogo ***Definir diagrama***.
Resalte *Aceleración_AX_12* (Será Resaltada) a continuación presione la tecla >	Desplazamiento del diagrama seleccionado al panel derecho.
Active la opción *Abre nueva ventana* y presione el botón **Aplicar**	En la pantalla aparecerá el diagrama *Aceleración_AX_12* representado en el dibujo de abajo.

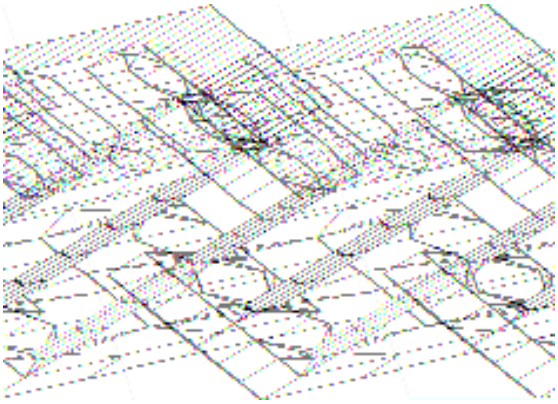


9.9. Fundamento macizo

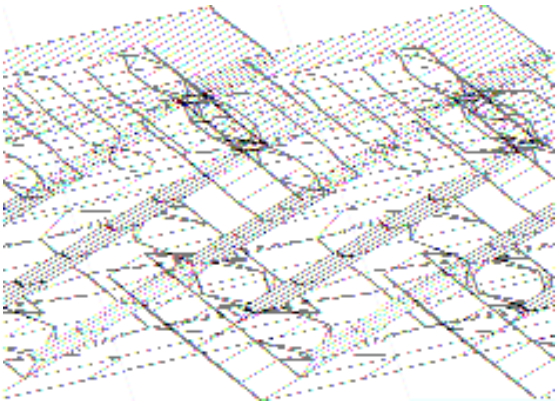
En el ejemplo ha sido presentadas la definición y el análisis del fundamento macizo para una máquina, cuyo esquema está presentado en el dibujo a continuación.
Unidades utilizadas en el proyecto (m) y (kN).



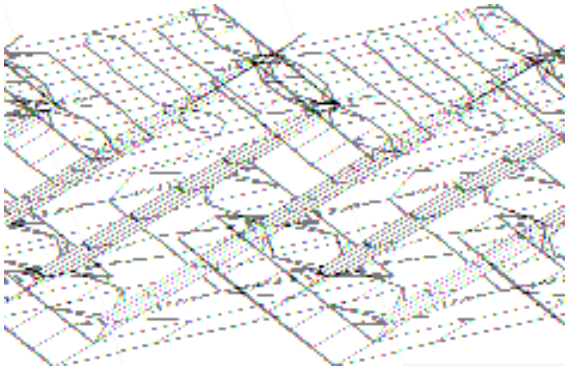
A la estructura han sido aplicados cuatro casos de carga, de los cuales tres están presentados en el dibujo a continuación.



Caso 2 – *EXPL1*



Caso 3 – *EXPL2*



Caso 4 – *EXPL3*

En el ejemplo han sido cumplidos los siguientes reglamentos:

- Presentación de cualquier ícono significa lo mismo que hacer clic sobre este ícono con el botón izquierdo del ratón,
- (x) significa la selección de la opción 'x' del cuadro de diálogo.
- **Clic.B.Izq.** y **Clic.B.Der.** – estas abreviaturas significan lo mismo que hacer clic respectivamente con el botón izquierdo o derecho del ratón.

Para iniciar la definición de la estructura, ejecute el sistema ***Robot Millennium*** (presionando un ícono correspondiente o seleccionado el comando de la barra de herramientas) En la ventana que aparecerá después hay que seleccionar el segundo ícono en la segunda fila.

(***Estudio de la estructura volumétrica***).

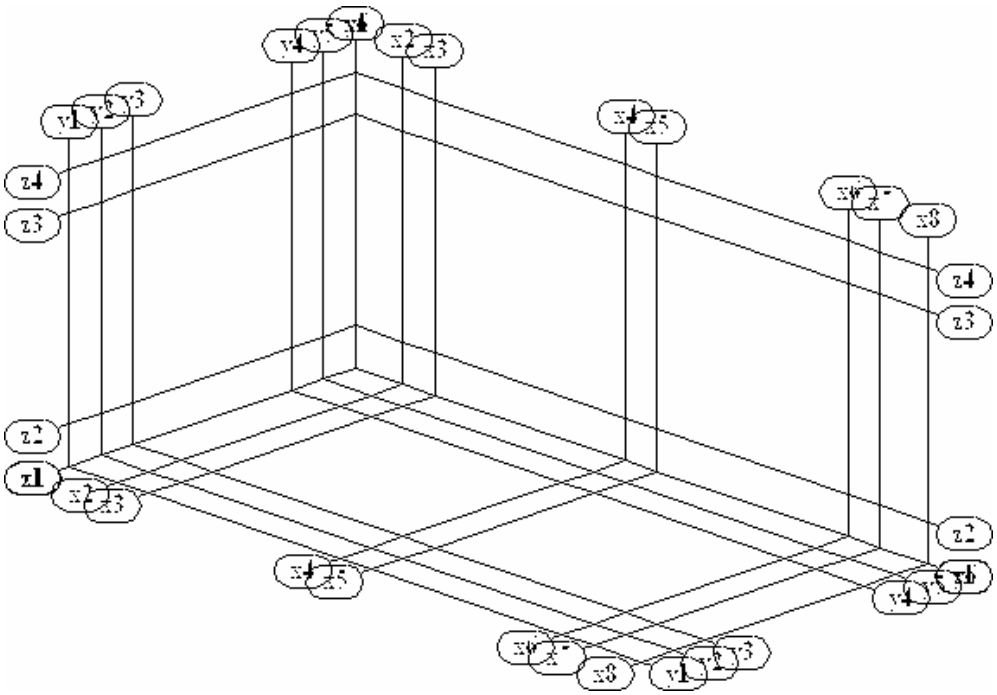
9.9.1. Definición del modelo de la estructura

9.9.1.1. Definición de las líneas de construcción

OPERACIÓN EFECTUADA	DESCRIPCIÓN
Estructura / Líneas de construcción	Abre el cuadro de diálogo **Líneas de construcción**, que permite la definición de las líneas de construcción.

En la pestaña X seleccione la opción Definir que se encuentra en el campo Numeración, entre **x1** en el campo de edición A continuación entre las siguientes coordenadas que definen la posición del eje: (0.0) **Insertar**, (1.0) **Insertar**, (1.5) **Insertar**, (5.0) **Insertar**, (5.5) **Insertar**, (9.0) **Insertar**, (9.5) **Insertar**, (10.5) **Insertar**	Define el modo de numeración de las líneas de construcción (x1, x2, x3…).
En la pestaña Y seleccione la opción Definir que se encuentra en el campo Numeración , entre **y1** en el campo de edición A continuación entre las siguientes coordenadas que definen la posición del eje : (0.0) **Insertar**, (0.5) **Insertar**, (1.0) **Insertar**, (4.5) **Insertar**, (5.0) **Insertar**, (5.5) **Insertar**	Define el modo de numeración del eje (y1, y2, y3…).
En la pestaña Z seleccione la opción Definir que se encuentra en el campo Numeración, entre **z1** en el campo de edición a continuación entre las siguientes coordenadas que definen la posición del eje: (0.0) **Insertar**, (0.5) **Insertar,** (3.5) **Insertar**, (4.0) **Insertar**	Define el modo de numeración del eje (z1, z2, z3…).
Aplicar, **Cerrar**	Muestra los ejes definidos de la estructura en la ventana. Cierra el cuadro de diálogo **Líneas de construcción**.
Ver / Proyección / 3D xyz	Muestra la vista 3D de la estructura.

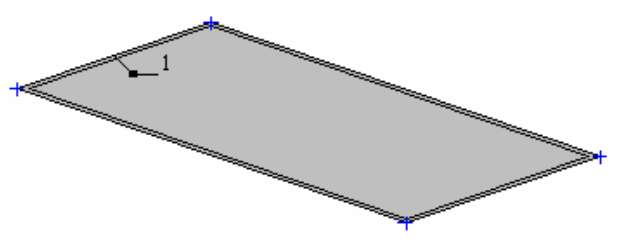
	Vuelve a la vista inicial de la estructura (véase el dibujo presentado a continuación)



9.9.2. Base de cimentación

Ver / Proyección / Xy	Muestra la estructura en el plano XY.
En el menú, seleccione el comando **Estructura /Objetos /Polilínea - contorno**	Abre el cuadro de diálogo **Polilínea - contorno** que sirve para definir diferentes tipos de líneas (polilíneas, contorno)
Clic.B.Izq. en el botón **Geometría**	Abre una parte del cuadro de diálogo, en la que se encuentran los campos que sirven para la definición de las coordenadas de los puntos que definen el contorno.

Coloque el puntero en el campo de edición, pase a la edición gráfica a continuación seleccione los puntos que definen el contorno (puntos de la intersección de las líneas de construcción correspondientes); x1 – y1, x8 – y1, x8 – y6, x1 – y6 **Aplicar, Cerrar**	Define el contorno, cierra el cuadro de diálogo **Polilínea - contorno .**
	Vuelve a la vista inicial de la estructura.
Estructura / Paneles	Abre el cuadro de diálogo **Panel** que permite la definición de los paneles en la estructura.
Active la opción **faceta**, colocada en el campo Tipo de contorno	Selección de esta opción causa que el objeto creado será definida como una pared (sin aplicación de las características como el tipo de armadura o espesor) que permite el aprovechamiento de este objeto en la creación de la estructura volumétrica.
Clic.B.Izq. en la opción **Punto interior** que se encuentra en el campo **Modo de creación**, seleccione cualquier punto dentro del contorno	Aplicación de las características al panel seleccionado.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo **Panel**.
Ver / Proyección / 3D xyz	Selección de este comando causa que en la ventana muestra de la vista 3D de la estructura. La estructura definida está presentada en el dibujo a continuación (sin líneas de construcción)



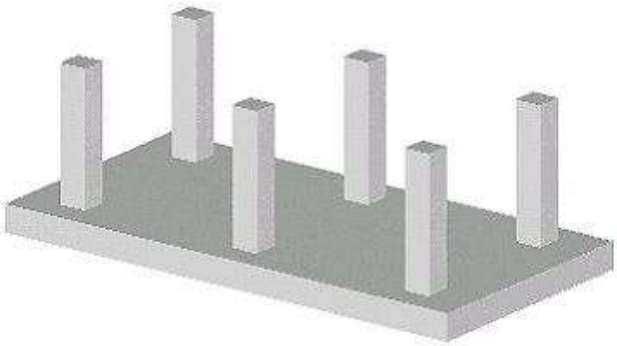
En el campo de edición entre **1**, **Enter**	Selección de la barra n.°1, cuyo color cambia en rojo.
Estructura / Objetos / Extrusión	Abre el cuadro de diálogo ***Extrusión***, que permite la creación de unos simples elementos volumétricos gracias a los elementos 2d definidos anteriormente. creación de elementos volumétricos simples por medio de extrusión de elementos bidimensionales definidos previamente.
Active la opción *ll al eje*, seleccione el eje **Z**	Selección de esta opción causa que el elemento seleccionado será sometido a la extrusión a lo largo de la línea paralela al eje Z del sistema global de coordenadas.
En el campo de edición entre el número **0.5** que define la longitud del vectir de extrusión.	Define longitud del vector de extrusión.
En el campo *Divisiones* entre **1**	Define número de divisiones durante la extrusión del objeto seleccionado.
Aplicar, **Cerrar**	Efectúa la extrusión del objeto bidimensional seleccionado por un vector de extrusión dado a lo largo de un eje seleccionado paralelo al eje Z del sistema global de coordenadas.

9.9.3. Columnas

Ver / Trabajo en 3D / Plano de trabajo	Abre el cuadro de diálogo **Plano de trabajo**, que permite la definición del plano en el que se efectuará la creación o modificación de la estructura.
Pase a la ventana gráfica a continuación seleccione de una manera gráfica el punto de intersección de las siguientes ejes de la estructura .: **x1 – y1 – z2**, a continuación presione el botón **Aplicar**	Muestra el plano global de trabajo. Las coordenadas en el cuadro de diálogo **Plano de trabajo** se modifican automáticamente a las seleccionadas (0.00; 0.00; 0.50).
Cerrar el cuadro de diálogo **Plano de trabajo** haciendo clic en	Cierra el cuadro de diálogo **Plano de trabajo**.

Ver / Proyección / Xy	Gracias a de esta opción muestra la vista de la estructura en el plano XY para el valor de la coordenada Z entrada últimament (es decir Z = 0.5). Sólo los elementos que se encuentran en este plano quedarán visibles.
Estructura / Objetos / Cubo	Abre el cuadro de diálogo **Cubo** que permite la definición de cubo.
En el campo Método de generación seleccione la opción **Dos puntos**	Selección de esta opción hará que el rectángulo de la base del cubo será definido a través de los vértices contrapuestos.
Pase a la edición gráfica y seleccione dos vértices contrapuestos del rectángulo definidos por los puntos de intersección de los siguientes ejes de la estructura: **x2 – y2**, **x3 – y3**, a continuación en el campo Altura Entre **3**, **Aplicar**, **Cerrar**	Crea un cubo y cierra el cuadro de diálogo .
 En el campo de edición entre **2**, **Enter**	Selección de un elemento de la estructura n.°2 (el cubo definido recientemente).
Edición/ Transformar/Translación	Abre el cuadro de diálogo **Translación**.
En el campo **Vector de translación** entre las coordenadas del vector de translación: (**4.0**; **0.0**; **0.0**), En el campo Número de repeticiones entre **2**, **Ejecutar**	Traslada el cubo seleccionado.
En el campo de edición al lado del ícono entre **2A4**, **Enter**	Selección de los cubos definidos recientemente (elementos 2, 3 y 4).

En el campo **Vector de translación**, entre las coordenadas del vector de translación: (**0.0**; **4.0**; **0.0**), En el campo **Número de repeticiones** entre **1**, **Ejecutar**, **Cerrar**	Traslada los cubos seleccionados.
	Selección de esta opción hace resaltar las líneas invisibles de la estructura.
Ver / Proyección / 3D xyz	Muestra en la ventana de la vista 3D de la estructura. La estructura definida (sin líneas de construcción) es representada en el dibujo a continuación.

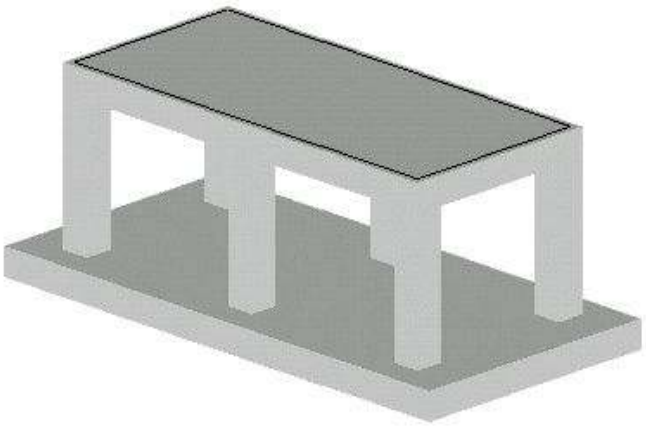


9.9.4. La parte superior del fundamento

Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo **Visualizar atributos** que permite resaltar en la ventana los atributos seleccionados de la estructura .
En la pestaña **Líneas ocultas** seleccione la opción Nada **OK**	Cuando la opción está activada (la presentación OPEN GL está inactiva) no se efectúan ningunas operaciones de sombreado ni de ocultar las líneas ocultas.
Ver / Trabajo en 3D / Plano global de trabajo	Abre el cuadro de diálogo **Plano de trabajo**, que permite la definición del plano en el que se efectuará la creación y la modificación de la estructura.

Pase a la ventana gráfica a continuación seleccione de una manera gráfica el punto de intersección de los siguientes ejes de la estructura : x2 – y2 – z4, a continuación presione el botón **Aplicar**	Muestra el plano global de trabajo. Las coordenadas en el cuadro de diálogo **Plano de trabajo** se modificarán automáticamente a las seleccionadas (1.00; 0.50; 4.00).
Cerrar el cuadro de diálogo **Plano de trabajo** haciendo clic en	Cierra el cuadro de diálogo **Plano de trabajo**.
Ver / Proyección / Xy	Gracias a esta opción muestra la vista de la estructura en el plano XY, para la coordenada entrada recientemente Z (es decir z = 4.0). Sólo los elementos que se encuentran en este plano quedaran visibles.
Seleccione del menú **Estructura /Objetos /Polilínea - contorno**	Abre el cuadro de diálogo **Polilínea - contorno** que sirve para definir los diferentes tipos de líneas (polilíneas, contorno)
Coloque el puntero en el campo de edición, pase a la edición gráfica a continuación seleccione los puntos que definen el contorno (puntos de la intersección de las correspondientes líneas de construcción); x2 – y2, x7 – y2, x7 – y5, x2 – y5, **Aplicar**, **Cerrar**	Define del contorno y cierra del cuadro de diálogo **Polilínea – contorno.**
En el campo de edición al lado del ícono entre 8, **Enter**	Selección del contorno definido recientemente.
Geometría / Objetos / Extrusión	Abre el cuadro de diálogo **Extrusión**, que permite la creación de unos simples elementos volumétricos por medio de la extrusión de los elementos bidimensionales definidos anteriormente.

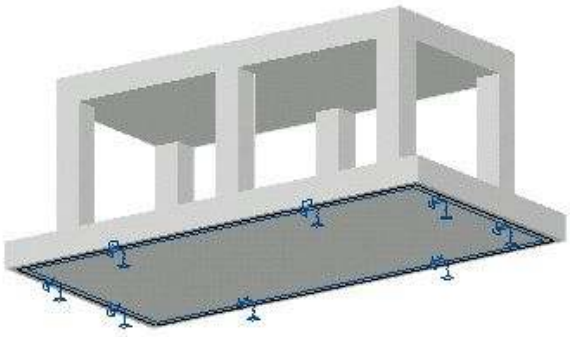
Active la opción **ll al eje**, seleccione el eje Z	Selección de esta opción causa que el objeto seleccionado será sometido a la extrusión a lo largo del segmento paralelo al eje Z del sistema global de coordenadas.
En el campo de edición entre el número - 0.5 que define la longitud del vector de extrusión	Define la longitud del vector de extrusión.
En el campo Número de divisiones entre 1	Define el número de divisiones durante la extrusión del objeto seleccionado.
Aplicar, Cerrar	Efectúa la extrusión del objeto bidimensional seleccionado por un vector de extrusión dado.
	Selección de esta opción hace resaltar las líneas ocultas de la estructura.
Ver / Proyección / 3D xyz	Muestra la vista 3D de la estructura.
	Muestra la vista de la estructura inicial (véase el dibujo a continuación)



9.9.5. Definición de los apoyos

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Apoyos**	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium*** que sirve para la definición de los apoyos.
En el cuadro de diálogo ***Apoyo*** presione el ícono	Abre el cuadro de diálogo ***Definición del apoyo*** que sirve para definir el nuevo tipo de apoyo.

En la pestaña *Elástico* decongelar la dirección UZ, en el campo *KZ* entre los valores: **70000 kN/m** Congelar las direcciones restantes.	Definición del coeficiente de elasticidad del apoyo en la dirección del eje Z.
En el campo *Nombre* entre el nombre del nuevo apoyo: ***Apoyo elástico*** **Agregar**, **Cerrar**	Pone el nombre al tipo de apoyo.
Seleccione la ficha *Superficie* que se encuentra en el campo *Selección actual* en el cuadro de diálogo ***Apoyos***	Selecciona la superficie de la estructura volumétrica.
Pase a la ventana gráfica y seleccione la superficie que constituye la base del fundamento– en el campo *Selección actual* debería aparecer 1_REF(1)	Selección de la superficie de la base de fundamento, a la que será aplicado el apoyo nuevamente definido. .
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	El tipo de apoyo seleccionado será aplicado a la superficie seleccionada de la estructura.
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo / Geometría**	Selección de la ventana inicial del sistema ***Robot Millennium***.
Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo ***Visualizar atributos*** que permite presentar en la ventana los atributos seleccionados de la estructura .
En la pestaña *Estructura* seleccione la opción *Apoyos – Símbolos* **Aplicar**, **OK**	En la ventana serán presentados los símbolos de apoyos. La estructura definida está presentada en el dibujo de abajo.
	Użycie opcji widok dynamiczny pozwala na obrót I przesunięcie konstrukcji, aby można było przedstawić dolną, podporową część konstrukcji



9.9.6. Generación de la malla

Para el mejor ajustamiento de la malla de elementos finitos se definen nudos adicionales.

Ver / Cuadrícula / Definir el paso de la cuadrícula	Abre el cuadro de diálogo ***Paso de la cuadrícula*** que sirve para modificar el paso de la cuadrícula mostrada en la pantalla.
En la zona *Paso de la cuadrícula* definir el paso Dx y Dy igual a 0.25 **Aplicar**, **Cerrar**	Modificación del paso de la cuadrícula. Cierro del cuadro de diálogo ***Paso de la cuadrícula***

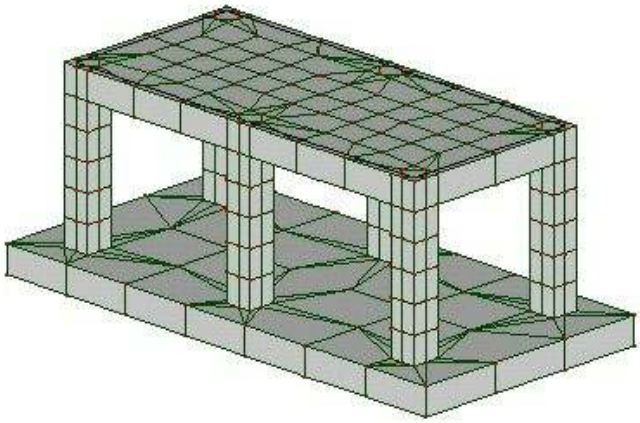
Ver / Trabajo en 3D / Plano de trabajo	Abre el cuadro de diálogo **Plano de trabajo**, que permite la definición del plano en el que se efectuará la creación y modificación de la estructura.
Pase a la ventana gráfica a continuación seleccione de una manera gráfica el punto de intersección de los siguientes ejes de la estructura : **x1 – y1 – z1**, a continuación presione el botón **Aplicar**	Muestra el plano global de trabajo. Las coordenadas en el cuadro de diálogo **Plano de trabajo** se modificarán automáticamente a las seleccionadas (0.00; 0.00; 0.00).
Ver / Proyección / Xy	Gracias a esta opción muestra la estructura en el plano XY para la coordenada entrada recientemente los valores Z (es decir. z = 0.0). Sólo los elementos que se encuentran en este plano quedarán visibles.
Estructura / Nudos	Abre el cuadro de diálogo **Nudos** que permite la definición de los nudos de la estructura.

Define nudos adicionales en los puntos de intersección de las siguientes líneas de construcción: **x2 – y2**, **x2 – y3**, **x3 – y3**, **x3 – y2**, Define también los nudos con las suigientes coordenadas: (1.25; 0.50; 0.00), (1.00; 0.75; 0.00), (1.25; 1.00; 0.00), (1.50; 0.75; 0.00) **Cerrar**	Define los nudos, cierra el cuadro de diálogo **Nudos**.
En el campo de edición colocado al lado del ícono entre : **todo** **Enter**	Selección de todos los nudos de la estructura.
Edición / Transformar / translación	Abre el cuadro de diálogo ***Translación***.
En el campo *Vector de translación* entre: **(4.00, 0,.00, 0.00)** En el campo *Número de repeticiones* entre: **2** **Ejecutar**, **Cerrar**	
En el campo de edición colocado al lado del ícono entre : **todo** **Enter**	Selección de todos los nudos de la estructura.
Edición/ Transformar/Simetría horizontal	Abre el cuadro de diálogo **Simetría horizontal.**
Clic.B.Izq. en el campo **Posición del eje** **2.75**	Definición de la posición del eje de la simetría horizontal.
Ejecutar, Cerrar	Realiza la simetría horizontal de los nudos seleccionados, cierra el cuadro de diálogo **Simetría horizontal.**
Ver / Proyección / 3D xyz	Muestra de la vista 3D de la estructura.

Ver / Trabajo en 3D / Plano de trabajo	Abre el cuadro de diálogo **Plano de trabajo**, que permite la definición del plano en el que se efectuará la creación y modificación de la estructura.
En la pantalla gráfica seleccione el punto de intersección de los siguientes ejes de la estructura : **x2 – y2 – z4**, a continuación presione el botón **Aplicar**	Muestra el plano global de trabajo. Las coordenadas en el cuadro de diálogo **Plano de trabajo** se modificarán automáticamente a las seleccionadas (1.00; 0.50; 4.00).
Presione el botón del cuadro de diálogo **Plano de trabajo**	Cierra el cuadro de diálogo **Plano de trabajo**.
Ver / Proyección / Xy	Gracias a esta opción muestra la estructura en el plano XY para la coordenada entrada recientemente los valores Z (es decir z = 4.0). Sólo los elementos que se encuentran en este plano quedarán visibles.
Estructura / Nudos	Abre el cuadro de diálogo **Nudos** que permite la definición de los nudos de la estructura.
Define nudos adicionales en los puntos de intersección de las siguientes líneas de construcción: **x2 – y3**, **x3 – y3**, **x3 – y2**, **x2 – y2**, Define también los nudos con las suigientes coordenadas: (1.25; 1.00; 4.00), (1.50; 0.75; 4.00), (1.25; 0.50; 4.00), (1.00; 0.75; 4.00), **Cerrar**	Define los nudos. Cierra el cuadro de diálogo **Nudos**.
En el campo de edición colocado al lado del ícono entre : **49A56**	Selección nudos de la estructura.
Edición / Transformar / Translación	Abre el cuadro de diálogo ***Translación***.

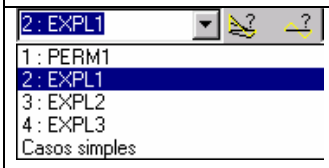
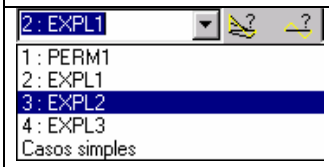
En el campo *Vector de translación*, entre: **(4.00, 0,.00, 0.00)** En el campo *Número de repeticiones*, entre: **2** **Ejecutar**, **Cerrar**	
En el campo de edición colocado al lado del ícono entre el número de los nudos definidos últimamente: **49A72**, **Enter**	Selección de los nudos que se encuentran en el actual plano de trabajo.
Edición/ Transformar / simetría horizontal	Abre el cuadro de diálogo **Simetría horizontal.**
Clic.B.Izq. en el campo Posición del eje **2.75**	Definición posición del eje de la simetría horizontal.
Efectuar, Cerrar	Realiza la simetría horizontal de los nudos seleccionados, cierra el cuadro de diálogo.
Estructura / Nudos	Abre el cuadro de diálogo **Nudos**.
En el campo **Coordenadas** entre las coordenadas del nudo adicional: (7.25; 2.75; 4.00) **Agregar**, **Cerrar**	Definición del nudo adicional n.° 97, al que será aplicada la carga nodal.
En el campo de edición al lado del ícono entre **1** y **8**, **Enter**	Selección de los elementos volumétricos n.°1 y 8 (base y el vértice del fundamento).
Análisis / Modelo de cálculo / Opciones	Abre el cuadro de diálogo **Opciones de mallado.**

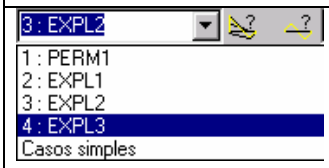
En el campo **Métodos admisibles de generación de la malla** seleccione la opción Delaunay. En el campo **Generación de la malla** seleccione la opción **Automática**. Entre 5 en el campo de edición **División 1.** **OK**	Define los parámetros de mallado para los elementos seleccionados de la estructura.
Entre **2A7** en el campo de edición al lado del ícono **Enter**	Selección de elementos volumétricos que crean las columnas del fundamento.
Análisis / Modelo de cálculo / Opciones de mallado	Abre el cuadro de diálogo **Opciones de mallado.**
En el campo **Métodos admisibles de generación de la malla** seleccione la opción Delaunay. En el campo **Generación de la malla** seleccione la opción **Automática**. Entre 2 en el campo de edición **División 1**, **OK**	Define los parámetros de mallado para los elementos seleccionados de la estructura.
Análisis / Modelo de cálculo / Generar	Generación del modelo de cálculo de la estructura (elementos finitos)
Ver / Proyección / 3D xyz	Muestra la vista 3D de la estructura. La estructura definida (sin las líneas de construcción) está presentada en el dibujo de abajo.

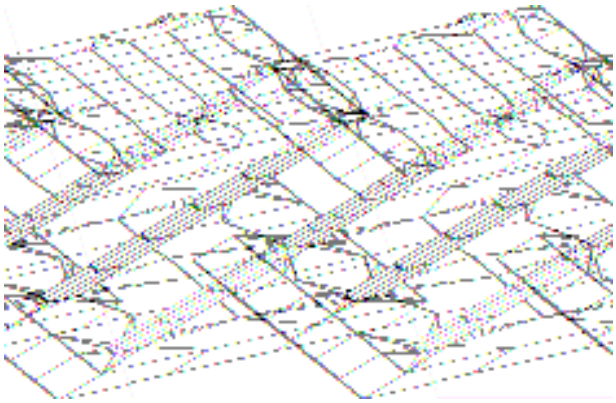


9.9.7. Definición de la carga

Ver / Proyección / Xy	Gracias a esta opción muestra la estructura en el plano XY para la coordenada entrada recientemente los valores Z (es decir z = 4.0). Sólo los elementos que se encuentran en este plano quedarán visibles.
Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema **Robot Millennium Modelo / Cargas**	Selección del esquema de ventanas del sistema **Robot Millennium** que sirve para la definición de la carga.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** en el cuadro de diálogo **Casos de carga**	Definición de caso de carga peso propio, al que se aplicará el nombre estándar PERM1.
Clic.B.Izq. en la opción de explotación que se encuentra en el campo **Naturaleza**	Selección de la naturaleza de la carga.
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo** **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo** **Clic.B.Izq.** en el botón **Nuevo**	Definición de tres casos de carga de la naturaleza de explotación, a los que serán dados los nombres estándar EXPL1, EXPL 2 y EXPL 3.
	Atención: La carga con el peso propio será automáticamente aplicado por el programa en la dirección Z.
Clic.B.Izq. en el ícono que se encuentra en la barra de herramientas derecha	Abre el cuadro de diálogo **Carga**.

En la pestaña **Superficie** seleccione el ícono (**Carga superficial uniforme**)	Abre el cuadro de diálogo **Carga uniforme**.
	Selección del segundo caso de carga (EXPL1).
En el campo Valores Z entre **- 20**	Definición de la carga uniforme aplicada a la superficie EF.
Aplicar	Cierra el cuadro de diálogo **Carga uniforme**.
Coloque el puntero en el campo **Aplicar a**, pase a la ventana gráfica y seleccione el contorno que define la superficie superior del fundamento. En el campo de edición debería aparecer 8_REF(1)	Muestra la selección actual del contorno para la carga superficial.
Agregar	Añade la carga superficial definida al contorno seleccionado.
En la pestaña **Superficie** Seleccione el ícono (**Carga superficial uniforme en el contorno**)	Abre el cuadro de diálogo **Carga uniforme (contorno)**
	Seleccionar el tercer caso de carga (EXPL2).
En el campo Valor Z entre **- 40**	Definición de la carga uniforme aplicada a la superficie EF.
Clic.B.Izq. en el botón **Definición del contorno**	Abre el cuadro de diálogo que permite la definición del contorno al que será aplicada la carga.

Pase a la ventana gráfica y luego defina el contorno, al que será aplicada la carga, mostrando los puntos de la intersección de los siguientes ejes de la estructura: **x2 – y2**, **x5 – y2**, **x5 – y5**, **x2 – y5**	Definición del contorno.
Clic.B.Izq. en el botón **Agregar** que se encuentra en la parte inferior del cuadro de diálogo sobrecarga uniforme (contorno)	Cierra el cuadro de diálogo **Carga uniforme (contorno)**
Coloque el puntero en el campo **Aplicar a**, pase a la ventana gráfica y seleccione el contorno que define la superficie superior. En el campo de edición debería aparecer 8_REF(1)	Muestra la selección actual de la carga superficial del contorno.
Aplicar	Aplica la carga seleccionada al contorno definido al panel seleccionado.
En el cuadro de diálogo **Carga** Seleccione el ícono (**Fuerza nodal**)	Abre el cuadro de diálogo **Fuerza nodal**.
	Selecciona el caso de carga EXPL3.
En el campo de edición Valor Z entre los valores **– 20** **Agregar**	Definición de la carga de fuerza concentrada aplicada en los nudos seleccionados.
En el campo **Aplicar a** entre **97**	Selección del nudo al que será aplicada la carga (véase el dibujo presentado a continuación).

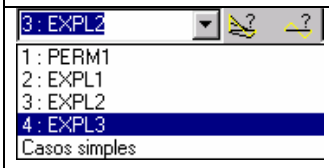


Aplicar, Cerrar	Aplicación de la carga de fuerza concentrada al nudo seleccionado, Cierro del cuadro de diálogo *Fuerza concentrada.*

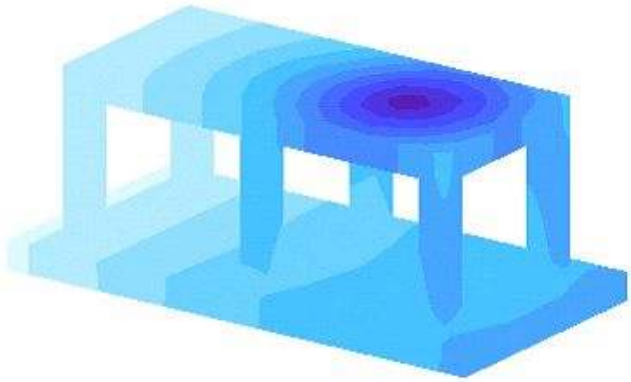
9.9.8. Análisis de la estructura

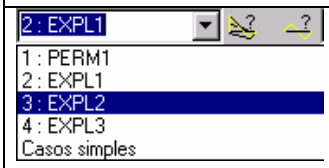
	Empieza los cálculos de la estructura definida. Cuando los cálculos serán realizados en la barra de herramientas superior del sistema *Robot Millennium* será presentada la siguiente información: *Resultados MEF: actuales.*

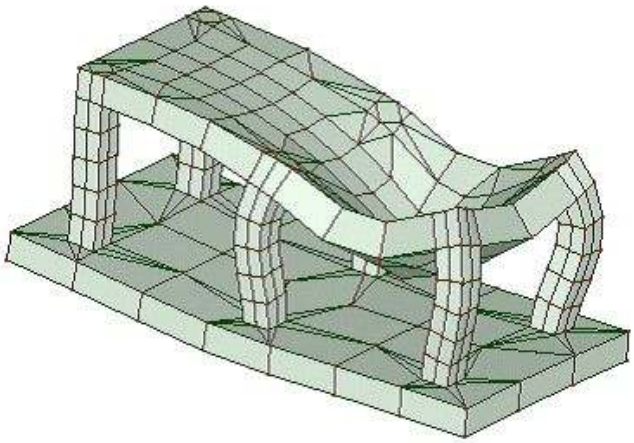
9.9.9. Presentación de los resultados en forma de mapas

Clic.B.Izq. en el campo que sirve para la selección de las ventanas del sistema ***Robot Millennium*** **Resultados / Resultados - mapas**	Selección de la ventana del sistema ***Robot Millennium*** que sirve para la presentación de los resultados.
	Selección del cuarto caso de carga (4:EXPL3).
En la pestaña *Detallados* seleccione la opción *Desplazamientos totales* colocada en la parte inferior de la pestaña	Selección de la magnitud para visualizar.
Active la opción *mapas* (sí no es activa)	Los resultados para los elementos finitos volumétricos serán presentados en forma de mapas.

Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	Presentación del desplazamiento total de la estructura para el caso de carga seleccionado (véase el dibujo a continuación)

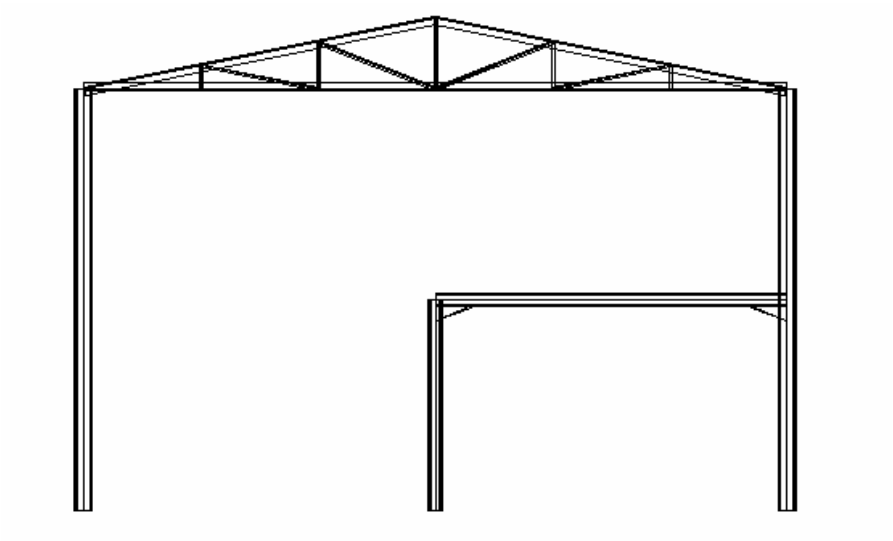


En la pestaña *Detallados* seleccione la opción *Deslazamientos totales* colocada en la parte inferior de la pestaña, pase a la pestaña *Deformaciones* y active la opción *activo*	Activación de esta opción y permite la presentación de la deformación de la estructura para el caso de carga seleccionado.
	Selección del tercer caso de carga (3:EXPL2).
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	Presentación de la deformación de la estructura.



9.10. Exemplo de proyecto de una estructura de barras de acero según la norma EuroCode 3

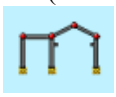
Este ejemplo muestra la definición, análisis y dimensionamiento del pórtico plano de acero representado en el dibujo a continuación. En la definición se utiliza una celosía generada por medio de la biblioteca de estructuras tipo disponible en el sistema ***Robot Millennium***.
En el modelo se consideran las estipulaciones de la norma EC3 relativas a las imperfecciones geométricas y el análisis elasto-plástico.
Unidades de los datos: (m) y (kN).
Norma: EC3



Durante la definición de la estructura se aplican las reglas siguientes:

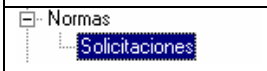
- El hecho de elegir cualquier icono significa que el dicho icono es presionado con el botón izquierdo del ratón,
- (x) - selección de la opción ' x' en la ventana del diálogo o introducción del valor 'x',
- **Clic.B.Izq.** y **Clic.B.Der.** – estas abreviaturas significan lo mismo que hacer clic respectivamente con el botón izquierdo o derecho del ratón

Para empezar la definición de la estructura en el sistema ***Robot Millenium***, presione el icono apropiado o selecciona el comando de la barra de tareas). La ventana de la viñeta (descrita en el capítulo 2.1) se desplegará en la pantalla. Debe seleccionarse el último icono de la primera fila (**Pórtico 2D**).



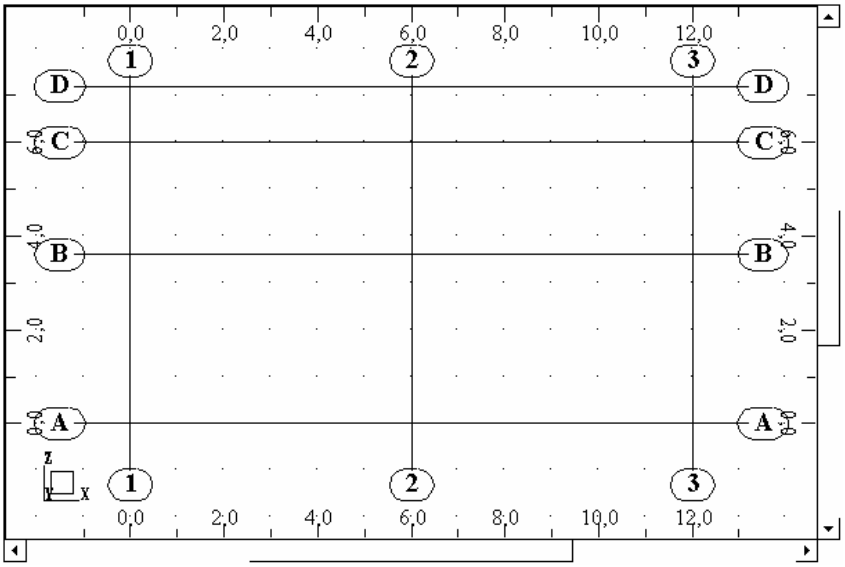
9.10.1. Definición del modelo de la estructura

9.10.1.1. Selección de las normas

OPERACIÓN EFECTUADA	DESCRIPCIÓN
Herramientas / Preferencias para el proyecto	Abre el cuadro de diálogo ***Preferencias para el proyecto***
Materiales	Selecciona la opción *Materiales* en el árbol presentado en el cuadro de diálogo
En la lista *Materiales,* seleccione : *Eurocode*	Selección de la base de materiales *Eurocode*
Modificar	Abre el cuadro de diálogo ***Definición del material***
En el campo **Nombre** entre : ACERO	La definición del material con este nombre será exigida para abrir la estructura tipo
Agregar **OK**	Agrega el meterial ACERO a la base de datos.
Normas	Selecciona la opción *Normas* en el árbol presentado en el cuadro de diálogo
Acero / aluminio: *EC3*	Selección de la norma EuroCode 3 para el dimensionamiento de estructruras de acero
	Seleccion la opción *Normas – Solicitaciones* en el árbol presentado en el cuadro de diálogo
Ponderaciones: *EUROCODE* Aceptar los mensajes de advertencia relativos al cambio de la norma	Selección de la norma EuroCode para las combinaciones normativas automáticas
OK Aceptar los mensajes de advertencia relativos al cambio de la norma	Validación de los parámetros adoptados y cierre del cuadro de diálogo ***Preferencias para el proyecto*** Aceptación de los mensajes de advertencia relativos al cambio de la norma.

9.10.1.2. Definición de las líneas de construcción

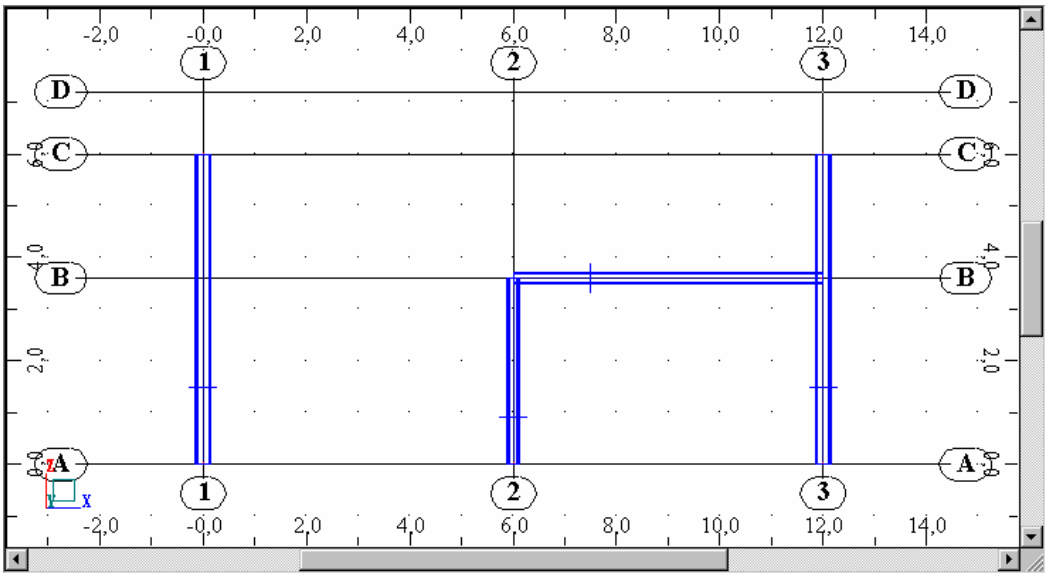
Estructura / Líneas de construcción	Inicio de la definición de las líneas de construcción. El programa muestra el cuadro de diálogo ***Líneas de construcción***
En la pestaña X: Posición: {0} Repetir: {2} Distancia: {6} Numeración: 1, 2, 3 ...	Definición de los parámetros de las líneas de construcción verticales
Clic.B.Izq. en el botón **Insertar**	Las líneas de construcción verticales son definidas y transferidas en el campo *Conjunto de ejes creadas*
Clic.B.Izq. en la pestaña Z	Inicio de la definición de los parámetros de las líneas de construcción horizontales
En la pestaña Z: Posición: {0.0} Numeración: A, B, C ...	Definición de los parámetros de las líneas de construcción horizontales
Clic.B.Izq. en el botón **Insertar**	La primera línea horizontal es creada y transferida en el campo *Conjunto de ejes creadas*
posición: {3.6}, **Insertar** posición: {6.0}, **Insertar** posición: {7.2}, **Insertar**	Definición de las siguientes líneas de construcción.
Clic.B.Izq. en los botones: **Aplicar**, **Cerrar**	Generación de las líneas de construcción definidas y cierre del cuadro de diálogo ***Líneas de construcción***. El programa muestra en la pantalla las líneas de construcción representadas en el dibujo a continuación.



9.10.1.3. Definición de las barras de la estructura

Estructura / Características / Sección	Abre el cuadro de diálogo ***Sección***
	Abre el cuadro de diálogo ***Nueva sección***
Selección del grupo de perfiles en I, En el campo *Sección* seleccione los parfiles IPE 240, **Agregar** HEA 300, **Agregar** HEA 240, **Agregar**	Definición de la sección de perfiles *IPE 240, HEA 240* y *HEA 300*
Cerrar (cuadro de diálogo ***Nueva sección***) **Cerrar** (cuadro de diálogo ***Sección***)	Cierra el cuadro de diálogo ***Sección*** y ***Nueva sección***
	Abre el cuadro de diálogo ***Barra***
Clic.B.Izq. en el campo *Tipo de barra* Selección del tipo: *Columna*	Selección de las características de la barra para el dimensionamiento. En el campo *Sección*, el programa muestra la última sección definida, es a decir *HEA 240*.

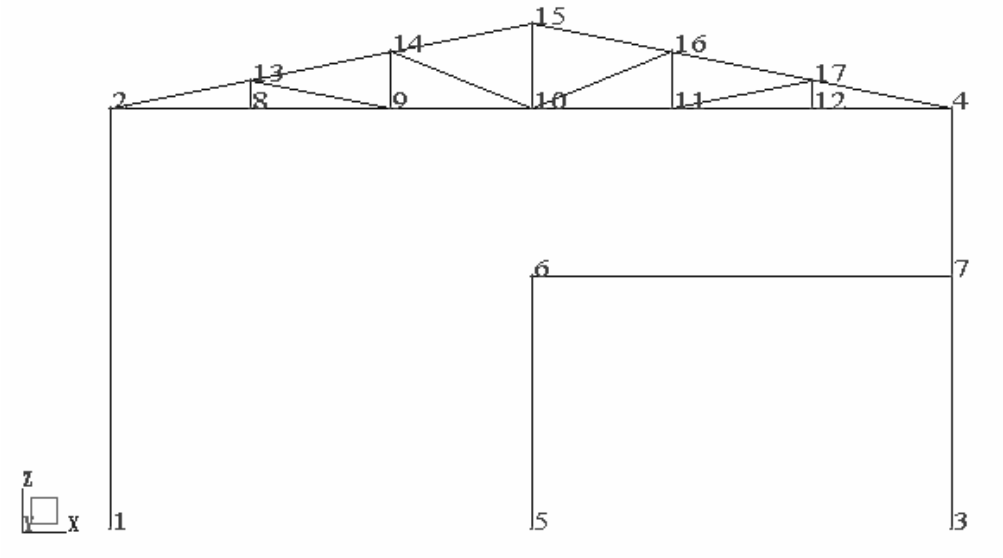
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el color del fondo del campo cambia en verde)	Inicio de la definición de las barras en la estructura (pilares de la estructura)
Seleccione en modo gráfico o entre los puntos del inicio y del extremo de dos barras : (0;0) (0;6) y(12;0) (12;6)	Definición de los pilares situados en las líneas de construcción con los números 1 y 3 (en el intervalo vertical A-C)
Clic.B.Izq. en el campo *Sección* Seleccione la sección *HEA 300*	Selecciona la sección *HEA 300* como la sección actual
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el color del fondo del campo cambia en verde)	Inicio de la definición de las barras en la estructura (el pilar del medio)
Seleccione en modo gráfico o entre los puntos del inicio y del extremo de la barra : (6;0) (6;3.6)	Definición del pilar situado en la línea de construcción número 2 (en el intervalo vertical A-B)
Clic.B.Izq. en el campo *Tipo de barra* y seleccione el tipo: *Viga*	Selección de las características de la barra para el dimensionamiento.
Clic.B.Izq. en el campo *Sección* Seleccione de la sección *IPE 240*	Selecciona el perfil *IPE 240* como la sección actual
Clic.B.Izq. en el campo *Inicio* (el color del fondo del campo cambia en verde)	Inicio de la definición de las barras en la estructura (viga entre los pilares)
Seleccione en modo gráfico o entre los puntos del inicio y del extremo de la barra : (6.0;3.6) (12.0;3.6)	Definición de la viga situada en la línea de construcción B (en el intervalo 2-3)
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Barra***



9.10.1.4. Definición de una estructura tipo

Ver / Atributos	Abre el cuadro de diálogo ***Visualizar atributros***
En la pestaña *Perfiles*, desactive la opción *Esquemas* En la pestaña *Estructura*, active la opción *Números de los nudos* En la pestaña *Otros*, desactive la opción *Líneas de construcción*, **Aplicar**, **OK**	
	Abre el cuadro de diálogo ***Estructuras tipo*** y empieza la definición de una estructura tipo
Clic.B.Izq. (2 veces) en el icono (el 1er icono en la última fila)	Selección de la celosía triangular de tipo 1. El programa meustra el cuadro de diálogo ***Insertar la estructura*** en la que se definen los parámetros de la celosía.
En la pestaña *Dimensiones* **Clic.B.Izq.** en el campo *Longitud L* {12}	Definición de la longitud de la celosía (este valor puede también definirse en modo gráfico en el visor gráfico)
Clic.B.Izq. en el campo *Altura H* {1.2}	Definición del valor de la celosía (este valor puede también definirse en modo gráfico en el visor gráfico)
Clic.B.Izq. en la opción: *Rótulas*: *No*	

Clic.B.Izq. en la pestaña *Insertar*	
Clic.B.Izq. en el campo *Punto de insertar* En el modo gráfico, indique el nudo n.° 2 con las siguientes cordenadas (0, 0, 6)	Definición del nudo inicial de la celosía
Clic.B.Izq. en el botón **Aplicar**	Validación de los datos definidos (es posible verificar los datos)
Clic.B.Izq. en el botón **OK**	Generación de la celosía definida y cierre del cuadro de diálogo ***Insertar estructura***. La estructura definida es representada en el dibujo a continuación.

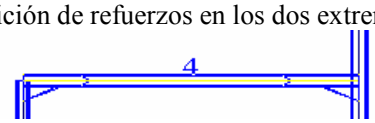


9.10.1.5. Definición de un nudo auxiliar

Edición / Dividir	Abre el cuadro de diálogo ***División***
En la zona *División* **Clic.B.Izq.** en la opción : • *en la distancia*	Selección del modo de definición del nudo de división determinado por la coordenada en la longitud de la barra
En el campo *Distancia a partir del extremo* entre el valor 3.6 [m]	Definición del punto de inserción del nudo auxiliar

Pase en el visor gráfico y indique (**Clic.B.Izq.**) la base del pilar izquierdo (barra n.° 1)	Selección de la barra a dividir. Nota: Si la división es definida por la coordenada en la longitud de la barra, hay que poner atención en el que la coordenada es definida desde el extremo seleccionado de la barra.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***División***

9.10.1.6. Definición de refuerzos para barras

en la barra de estado en la parte inferior de la ventana del programa	Restitución del conjunto de parámetros por defecto para la visualización de los atributos
Estructura / Otros atributos / Refuerzos	Abre el cuadro de diálogo ***Refuerzos***
Clic.B.Izq. en el campo con la liste de atributos definidos, selecionar el atributo definido por defecto *Refuerzo_ 0.1x1*	Selección del tipo de refuerzo (el tipo de refuerzo es marcado)
Pase en el visor gráfico; indique el inicio y el extremo de la barra (número 4)	Definición de refuerzos en los dos extremos de la viga 
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Refuerzo***

9.10.1.7. Definición de los apoyos

	Abre el cuadro de diálogo ***Apoyos***
En el cuadro de diálogo ***Apoyos*** seleccione el apoyo *Empotrado*	Selección del apoyo emportado completo (el apoyo es marcado)
Pase en el visor gráfico; seleccione el nudo n.° 1 (nudo inferior del pilar extremo)	Aplica el apoyo seleccionado en el nudo 1.
En el cuadro de diálogo ***Apoyos*** seleccione el apoy *Rótula*	Selección del apoyo de tipo rótula (el apoyo es marcado)

Pase en el visor gráfico; indique los nudos nr 3 y 5 (nudos inferiores de los otros pilares)	Aplica el apoyo seleccionado en los nudos 3 y 5.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Apoyos***

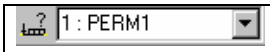
9.10.1.8. Definición de imperfecciones geométricas

en la barra de estado en la parte inferior de la ventana del programa	Restitución del conjunto de parámetros por defecto para la visualización de los atributos
Estructura / Otros atributos / Imperfecciones geométricas	Abre el cuadro de diálogo ***Imperfeciones geométricas***
	Abre el cuadro de diálogo ***Definición de la imperfección***
En el campo *Nombre*, entre *Lugar_de_obras*, desactive la opción *Automática*, active la opción *Del usuario*, entre el valor 5 [cm]	Definición de los parámetros de un nuevo tipo de imperfección con una flecha igual a 5 cm.
Agregar, **Cerrar**	Cierra el cuadro de diálogo ***Definición de la imperfección***
Clic.B.Izq. en el campo con la lista de atributos definidos, seleccione el tipo de imperfección por defecto (*Automática*)	Selección del tipo de imperfección (el tipo seleccionado es marcado)
Pase en el visor gráfico; seleccione la barra n° 1 (pilar izquierdo)	Definición de la imperfección automática según EC3 para el pilar
Clic.B.Izq. en el campo con la lista de atributos definidos, seleccione el tipo de imperfección definido como *Lugar de obras*	Selección del tipo de imperfección (el tipo seleccionado es marcado)
Pase en el visor gráfico; indique la correa inferior de la celosía (barra número 5)	Aplicación de la imperfección definida por el usuario para la correa inferior de la celosía
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Imperfecciones geométricas***

9.10.1.9. Definición de casos de carga

en la barra de estado en la parte inferior de la ventana del programa	Restitución del conjunto de parámetros por defecto para la visualización de los atributos
Cargas / Casos de carga	Abre el cuadro de diálogo ***Casos de carga***
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Define una carga muerta con un nombre PERM1 normal.
Clic.B.Izq. en el campo *Tipo*, *Explotación*	Seleccione el tipo de carga de explotación
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Define una carga de explotación con un nombre estándar EXPL1.
Clic.B.Izq. en el botón **Cerrar**	Cierra el cuadro de diálogo ***Casos de carga***

9.10.1.10. Definición de cargas para los casos de carga creados

 seleccione el caso 1: PERM1	Selección del caso de carga número 1 – carga por peso propio PERM1.
Cargas / Cargas	Abre el cuadro de diálogo ***Carga***.
Seleccione la pestaña *Barra*	Selección de la ***Carga uniforme***.
Valores : *pZ*: {-3} [kN] **Agregar**	Definición del valor de la carga uniforme en la barra
Clic.B.Izq. en el campo *Aplicar a* entre la liste de las barras componentes de la envolvente exterior : 1 2 6 7	Definición de la carga uniforme en las barras seleccionadas para modelar el peso de los cerramientos de las paredes y de la cubertura del tejado.
Aplicar	Definición de la carga para la lista de barras
seleccione el caso de carga : 2: EXPL1	Selección del caso de carga de explotación EXPL1.

Seleccione la pestaña *Nudo*	Selección del tipo de carga ***Fuerza nodal***
Parámetros de la carga : *X*: {10} [kN] *Z*: {-100} [kN], **Agregar**	Definición de los valores de la carga nodal.
Pase al visor gráfico con la vista de la estructura y seleccione (**Clic.B.Izq.**) los nudos n° 6 y 18	Definición de la carga nodal para modelar una carga por puente-grua.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Cargas***.

9.10.1.11. Generación de cargas de viento y nieve

Cargas / Cargas especiales / Nieve y Viento 2D/3D	Abre el cuadro de diálogo ***Nieve y viento 2D/3D***
Clic.B.Izq. en el botón **Auto** campo *Profundidad*: 30 [m], campo *Seperación*: 6 [m]	Generación automátiva de la envolvente exterior de la estructura para la generación de las cargas de viento y nieve
Clic.B.Izq. en el botón **Parámetros**	Abertura del cuadro de diálogo suplementario ***(Cargas de nieve y viento 2D/3D***) en el cual los parámetros detallados pueden definirse. Se adoptarán los parámetros por defecto.
Generar datos	Un clic en este botón iniciará la generación de las cargas de viento y nieve para los parámetros definidos. El programa mostrara en la pantalla las notas de cálculo en las que los parámetros de las cargas de viento y nieve serán presentados.
Cerrar el editor de texto con notas de cálculo	Aparecen nuevos casos de carga (viento y nieve).
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Cargas de nieve y viento 2D/3D***

9.10.1.12. Generación de combinaciones normativas automáticas

Cargas / Ponderaciones	Abre el cuadro de diálogo ***Ponderaciones*** según la norma ***EUROCODE***.
Clic.B.Izq. en la pestaña *Casos*	La ventana muestra la lista de casos que participan en la generación de combinaciones automáticas y la afectación de estos casos a naturalezas y grupos.
Clic.B.Izq. en la pestaña *Relaciones*, En el campo *Naturaleza* consulte la organización de los tipos de casos : *permanentes, explotación, viento, nieve*	La ventana muestra las relaciones entre los casos y los grupos, lo que define el modo de combinar los casos.
En la parte inferior de la ventana activar la opción *Ponderaciones simplificadas*	Reduce el número de combinaciones creadas (descuida las ponderaciones menos peligrosas).

Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo de definición de ponderaciones y guarda las relaciones definidas.

9.10.1.13. Cálculos y verificación de los resultados

Análisis / Calcular	Inicio de los cálculos.
Resultados / Tensiones	Abertura de la tabla de tensiones en las barras.
Clic.B.Izq. en la pestaña *Extremos globales*	Cálculos de las tensiones máximas en las barras. Se puede constatar que la estructura tiene una fuerte margen de seguredad.
Clic.B.Izq. (ángulo superior derecho de la tabla)	Cierre de la tabla.
Archivo / Guardar	Abertura del cuadro de diálogo para guardar el archivo.
En el campo *Nombre* escriba el nombre seleccionado para el proyecto, por ejemplo. *Pórtico_EC3*	RTD - formato por defecto para los archivos.
Clic.B.Izq. en el botón **Guardar**	Guarda el archivo.

9.10.2. Análisis elasto-plástico

De más, será efectuado el análisis del caso de carga debido al choque del puente-grua en un de los pilares de la etructura.
En este caso se tomará en cuenta el análisis en el dominio pástico.

9.10.2.1. Modificación de la definición de los casos de carga

Cargas / Casos	Abre el cuadro de diálogo ***Casos de carga***
Clic.B.Izq. en el botón **Eliminar todo**	Elimina todos los casos de carga
Clic.B.Izq. en el botón **Nuevo**	Define un caso de carga con un nombre estándar PERM1.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Casos de carga***
Cargas / Cargas	Abre el cuadro de diálogo ***Carga***.

	Selección de la carga ***Fuerza nodal***
Parámetros de la carga, *X*: {120} [kN] *Z*: {0}	Definición del valor de la carga nodal.
Clic.B.Izq. en el botón **Agregar** disponible en la parte inferior del cuadro de diálogo	
Pase en el visor gráfico con la vista de la estructura e indique el nudo n° 18 (**Clic.B.Izq.**)	Definición de la carga nodal para modelar la carga accidental por el impacto de puente grúa.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Cargas***.

9.10.2.2. Cálculos y verificación de los resultados

Análisis / Calcular	Inicio de los cálculos
Colocar el puntero del ratón en el pilar extremo (barra 1) de manera que este sea marcado, **Clic.B.Der.**	Abre el menu contextual para la vista de la estructura.
Propiedades del objeto	Llama la opción ***Propiedades de la barra*** que le proporciona las informaciones acerca de la barra n° 1.
Pestaña *Verificación*	Dimensionamiento simplificado de la barra de acero. Se puede constatar que la barra no cumple las condiciones de la verificación normativa.
Cerrar	Cierra el cuadro de diálogo ***Propiedades de la barra***.

9.10.2.3. Cambio de los perfiles de las barras para el análisis elasto-plástico

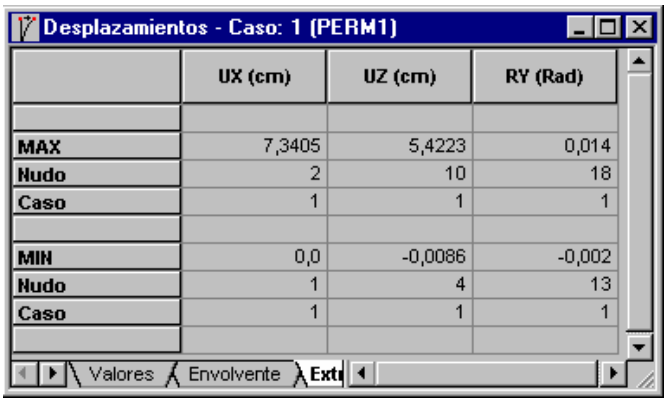
	Abre el cuadro de diálogo ***Sección***
En la lista de perfiles, **Clic.B.Izq.** en HEA 240	Selección del perfil actual
	Abre el cuadro de diálogo ***Nueva sección*** con la selección del perfil HEA 240

Clic.B.Izq. en la casilla a la izquierda del botón **Análisis elasto-plástico**	Activación del análisis elasto-plástico para la sección selecionada. Un nuevo nombre de perfil es creado: *HEA 240EP*
Agregar, **Cerrar**	Definición de los perfiles y cierre del cuadro de diálogo.
Pase al visor gráfico con la vista de la estructura y seleccione los dos pilares extremos (barras nr 1, 2)	Cambio de las secciones para las barras seleccionadas (reemplazamiento por *HEA 240EP*) Validar el mensaje de advertencia relativo al cambio del estado de los resultados.
En el cuadro de diálogo ***Sección***, en la lista de perfiles, **Clic.B.Izq.** en la sección IPE 240	Selección del perfil actual
	Abre el cuadro de diálogo ***Nueva sección*** con la selección del perfil IPE 240
Clic.B.Izq. en la casilla a la izquierda del botón **Análisis elasto-plástico**	Activación del análisis elasto-plástico para la sección selecionada. Un nuevo nombre de perfil es creado: *IPE 240EP*
Agregar, **Cerrar**	Definición de los perfiles y cierre del cuadro de diálogo.
Pase al visor gráfico con la vista de la estructura y seleccione la viga (barra n.° 4)	Cambio de las secciones para las barras seleccionadas (reemplazamiento por *IPE 240EP*).
En el cuadro de diálogo ***Sección*** **Cerrar**	Cierra el cuadro de diálogo ***Sección***

9.10.2.4. Cálculos y verificación de los resultados

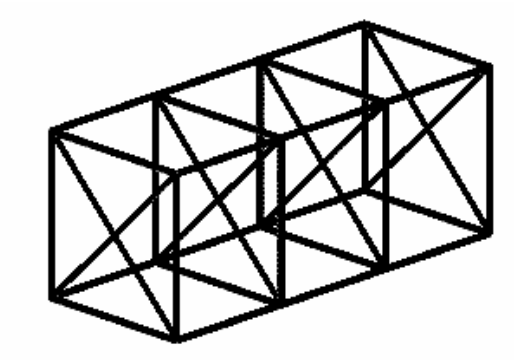
Análisis / Calcular	Inicio de los cálculos.
Resultados / Desplazamientos	Abertura de la tabla de dsplazamientos de los nudos.
Clic.B.Izq. en la pestaña *Extremos globales*	Cálculo de los dezplazamientos máximos de los nudos (vea la figura a continuación). Se puede constatar que la estructura guarda la estabilidad aunque trabaja en el dominio plástico.
Archivo / Guardar como	Abertura del cuador de diálogo para guardar archivos.

En el campo *Nombre* escriba el nombre seleccionado para el proyecto, por ejemplo: *Pórtico_EC3_EP*	RTD - formato por defecto para los archivos.
Clic.B.Izq. en el botón **Guardar**	El proyecto es guardado.

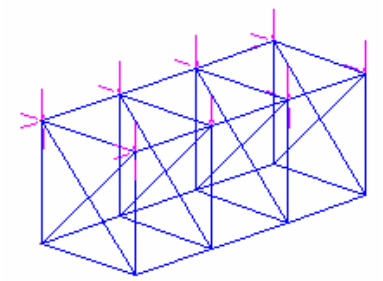


9.11. Ejemplo de proyecto de estructura de barras de hormigón armado con masas agregadas

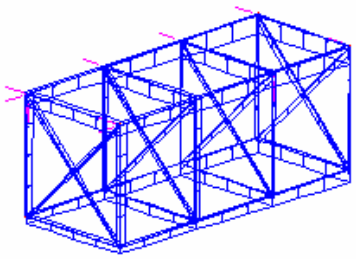
Este ejemplo presenta la definición de un pórtico 3D representado en el dibujo a continuación.
Unidades de datos : (m) y (kN).



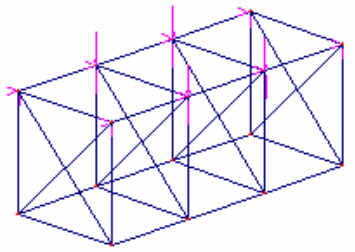
En la estructura se definen también las masas agregadas. Ellas participarán en las cargas estáticas y dinámicas. Como carga se definirán fuerzas de inercia debidas al movimiento lineal y al movimiento rotativo. Se efectuará también el análisis modal y armónico.



CASOS 1 y 2



CASO 3



CASO 4

Al definir la estructura se uilizaran los siguientes principios:

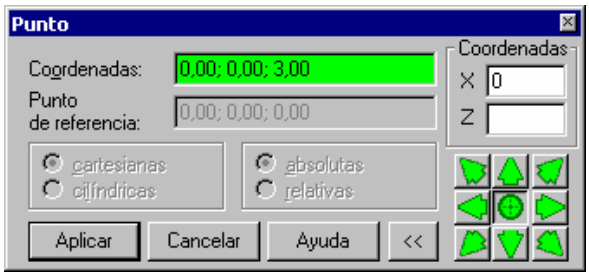
- la presentación de un icono cualquiera significa un clic en este icono con el botón izquierdo del ratón,
- { x } significa la selección de la opción ‘x’ en el cuadro de diálogo,
- ClicBIzq y ClicBDer - abreviaciones usadas para designar respectivamente el botón izquierdo y derecho del ratón.

Para empezar la definición de la estructura, abre el sistema ***Robot Millennium*** (haga clic en el icono apropiado o seleccione el comando en la barra de tárefas). En la ventana que se abre en la pantalla (descrita en el capítulo 2.1) hay que seleccionar el segundo icono (***Pórtico 3D***)

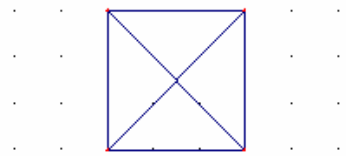
9.11.1. Definición del modelo de la estructura

OPERACIÓN EFECTUADA	DESCRIPCIÓN
	Abre el cuadro de diálogo ***Secciones***
	Abre el cuadro de diálogo ***Nueva sección***
Ficha *Usuario*, tipo de sección	Definición de una nueva sección redonda con dimensiones dadas
Nombre: C 100x5 *d* = 10.0 (cm) *t* = 0.5 **Añadir**	Definición de la sección del tubo 100x5 (mm)
Nombre: C 75x3 *d* = 7.5 (cm) *t* = 0.3 **Añadir, Cerrar**	Definición de la sección del tubo 75x3 (mm)
Cerrar	Cierre del cuadro de diálogo ***Secciones***
	Abre el cuadro de diálogo ***Barra***
ClicBIzq en el campo Tipo de barra y selección del tipo: *Barra* ClicBIzq en el campo Sección y selección del tipo ***C 100x5***	Selección de las características de la barra
Arrastrar	Activación de la opción *Arrastrar* permitiendo la definición de las barras sucesivas de manera que la fin de la barra precedente es el inicio de la siguiente barra.
ClicBIzq en el campo *inicio* (el fondo del campo cambia el color en verde)	Inicio de la definición de barras en la estructura (pilares en la estructura)

Indicar en la vista graficznym el punto con coordenadas: (0,0,0)	Definición del inicio de la barra
Pulsar en el teclado un botón cualquiera con el número	Muestra del cuadro de diálogo ***Punto*** para la definición numérica de las barras



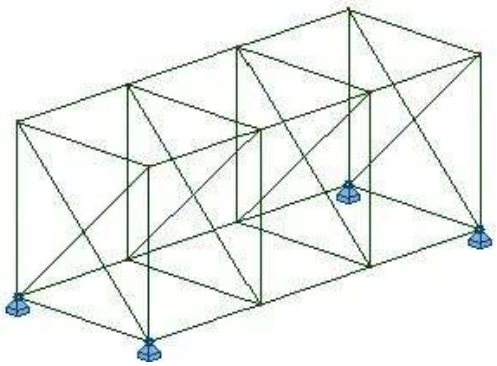
Botón {Backspace}, {↑}, {3} Botón {→}, {3} Botón {↓}, {3} Botón {←}, {3}, {Enter}	Definición de barra en forma de cuadrado
Cerrar en el cuadro de diálogo ***Punto***	Cierre del cuadro de diálogo ***Punto***
ClicBIzq en el campo Sección y selección del tipo ***O 75x3***	Selección de las características de la barra
☐ *Arrastrar*	Desactivación de la opción *Arrastrar*
ClicBIzq en el campo *inicio* (el fondo del campo cambia el color en verde)	Inicio de la definición de barras en la estructura (pilares en la estructura)
Indicar en la vista graficznym el punto con coordenadas: (0, 0, 0) – (3, 0, 3) (0, 0, 3) – (3, 0, 0)	Definición de dos barras diagonales del cuadrado

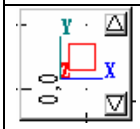
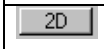


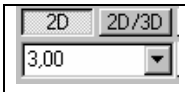
Cerrar	Cierre del cuadro de diálogo ***Barra***
Ver / Proyección / 3D xyz	Selección de la vista axonométrica de la estructura

	Abre el cuadro de diálogo ***Secciones***
ClicBIzq en el nombre ***C 100x5*** en la lista de secciones, **Cerrar**	Selección de la sección *C 100x5* como sección por defecto y Cierre del cuadro de diálogo ***Secciones***
CTRL + A	Selección de todas las barras de la estructura (es también posible seleccionarlas con ventana)
Edición / Transformar / Translación	Abre el cuadro de diálogo ***Translación***
ClicBIzq en el campo (dX, dY, dZ) y entrada de la coordenada (0, 2.5, 0)	Definición del vector de translación
ClicBIzq en el campo *Número de repeticiones* {3}	Definición del número de repeticiones de la operación de copiar efectuadas
Arrastrar	Activación de la opción *Arrastrar* permitiendo la definición de las barras entre los nudos copiados. Las barras definidas automáticamente poseen las características seleccionadas actualmente como características por defecto.
Ejecutar, **Cerrar**	Realización de la translación de la estructura y cierre del cuadro de diálogo ***Translación***
Hacer clic en la pantalla gráfica fuera de la estructura	Desactivación de la selección actual de barras y de nudos.
Ver / Proyección / Xy	Selección la vista 2D de la estructura en el plano XY para Z=0.0
	Abre el cuadro de diálogo ***Apoyos***
En el cuadro de diálogo ***Apoyos*** seleccionar el icono representando el apoyo articulado - *Rótula* (el símbolo se resalta)	Selección del tipo de apoyo
ClicBIzq en el campo *Selección actual* (la opción *Punto/nudo* está activa)	Selección de los nudos de la estructura en los que se definirán los apoyos de la estructura

Pasar en la pantalla gráfica; Teniendo pulsado en botón izquierdo del ratón seleccionar por ventana los nudos de la barra superior y (pulsando la tecla Ctrl) los nudos de la barra inferior	En el campo *Selección actual* se entrará la de los nudos seleccionados: 1 4 13 16
Aplicar, **Cerrar**	El tipo de apoyo seleccionado será asignado a los nudos seleccionados de la estructura. Cierre del cuadro de diálogo ***Apoyos***.

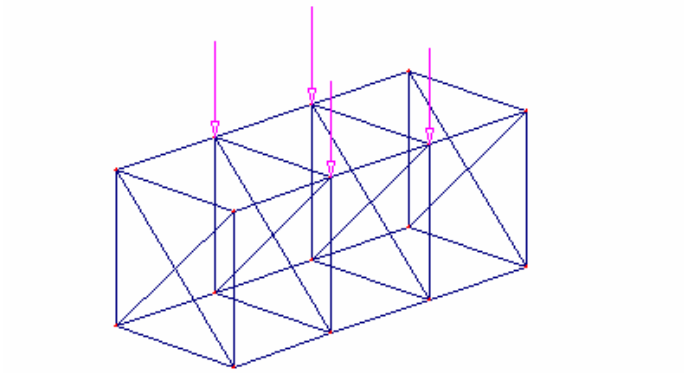


ClicBIzq en el campo de selección de pantallas del sistema ***Robot Millennium*** **Modelo de estructura / Cargas** 	Selección de la pantalla del sistema ***Robot Millennium*** facilitando la definición de cargas solicitando la estructura (presencia del cuadro de diálogo y de la tabla Cargas)
ClicBIzq en el botón **Nuevo** ubicado en el cuadro de diálogo ***Casos de cargas***	Definición del caso de carga con la naturaleza: peso priopio y con el nombre estándar PERM1. En el primer caso se agrega automáticamente el peso priopio para la estructura entera, lo que está representado en la tabla Cargas.
	Presentación del cuadro de diálogo de selección de vista espacial.
	Selección de la vista plana de la estructura.
	Selección del plano de proyección XY (al inicio, para Z=0.0)

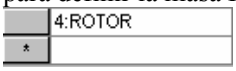
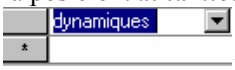
 entrar {3} {Enter} **Cerrar**	Selección del plano de proyección XY con la coordenada Z=3.0 Cierre del cuadro de diálogo ***Vista***.
Carga / Definición de cargas	Muestra del cuadro de diálogo de definición de cargas
Ficha *Peso y masa*	Paso en la ficha de definición de cargas por peso propio y por fuerzas de inercia.
Masas agregadas – nodales	Muestra del cuadro de diálogo de definición de masas agregadas.
Entrar los *Valores del peso (kG):* *X* = 100 *Y* = 100 *Z* = 100 *Aplicar a todos los casos* **Añadir**	Definición de masas nodales con el peso 100 kG para los grados de libertad en translación. Las masas participarán en todos los casos de carga (estáticos y dinámicos).
ClicBIzq en el campo *Aplicar a*	Selección de los nudos de la estructura en los que se definirán las masas agregadas
Pasar en la pantalla gráfica; Manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón seleccionar por ventan todos los nudos en el plano de trabajo visible	En el campo *Aplicar a* se entrara la lista de los nudos seleccionados: 2A14P4 3A15P4
Aplicar, **Cerrar**	Las masas definidas serán asignadas a los nudos seleccionados de la estructura. Cierre del cuadro de diálogo ***Cargas***.
Ver / Proyección / 3D xyz	Selección de la vista axonométrica de la estructura
En el cuadro de diálogo ***Casos de cargas*** ClicBIzq en el botón **Nuevo**	Definición del nuevo caso de carga con la naturaleza: peso priopio y nombre estándar: PERM2
Carga / Definición de cargas	Muestra del cuadro de diálogo de definición de cargas
Ficha *Peso y masa*	Paso en la ficha de definición de cargas por peso propio y por fuerzas de inercia

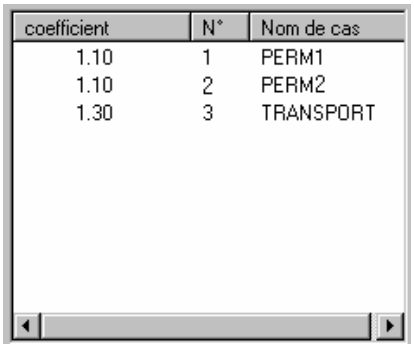
Fuerzas de inercia	Muestra del cuadro de diálogo de definición de cargas por fuerzas de inercia en el movimiento lineal, debidas a la aceleración.
☑ *relativo x g* Entrar *a:* *Z* = -1 ☑ *Aplicar a las masas agregadas* **Añadir**	Definición de cargas por fuerzas de inercia en el movimiento lineal con la aceleración terrestre *g* para masas nodales, es a decir se considera el peso propio de masas agregades.
Aplicar, **Cerrar**	La carga asignada a las masas agregadas no exige la selección ya que actúa para todas las masas asignadas al caso dado. Cierre del cuadro de diálogo ***Cargas***.
En el cuadro de diálogo ***Casos de carga*** seleccionar la naturaleza de carga: *explotación* entrar el nombre de caso: TRANSPORTE ClicBIzq en el botón **Nuevo**	Definición del nuevo caso de carga con la naturaleza: explotación, nombre: TRANSPORTE *En este caso, la finalidad de la carga es modelar el funcionamiento de la acción de las fuerzas de inercia en el pórtico y en las masas en movimiento rotativo debido al balanzamiento durante el transporte.*
Carga / Definición de cargas	Muestra del cuadro de diálogo de definición de cargas
Ficha *Peso y masa*	Paso en la ficha de definición de cargas por peso propio y por fuerzas de inercia
Fuerzas en movimiento rotativo	Muestra del cuadro de diálogo de definición de cargas por fuerzas de inercia en el movimiento rotativo debidas a la aceleración angular (fuerza tangente) y a la velocidad (fuerza centrifuga).
Entrar las coordenadas del centro de rotación C: (0.0, 0.0, -5.0) Entrar las *Velocidades y aceleración angular (Rad/..):* v*X* = 0,5 a*X* = 0,2 vY = 0,2 aY = 0,1 **Añadir**	Definición de cargas por fuerzas de inercia en el movimiento rotativo alrededor del punto C. Rotación alreddedor del eje X con una velocidad v= 0,5 (rad/s) y con una aceleración a= 0,2 (rad/s2). Rotación alreddedor del eje Y con una velocidad v= 0,2 (rad/s) y con una aceleración a= 0,1 (rad/s2).
ClicBIzq en el campo *Aplicar a*	Selección de los elementos de la estructura en los que se definirán los apoyos de la estructura
Pasar en la pantalla gráfica y i hacer clic; { CTRL + A }	Selección de la estructura entera. En el campo *Aplicar a* se entrara la lista de todas las barras seleccionadas.

Aplicar	Definición de la cargas
Fuerzas en movimiento rotativo	Muestra del cuadro de diálogo de definición de cargas por fuerzas de inercia en el movimiento rotativo.
Aplicar a las masas agregadas **Añadir**	Para los parámetros actuales de la carga se selecciona la opción de definición para las masas nodales en la estructura.
Aplicar, **Cerrar**	Definición de la carga. La carga asignada a las masas agregadas no exige la selección ya que actúa para todas las masas asignadas al caso dado. Cierre del cuadro de diálogo ***Cargas***.
En el cuadro de diálogo ***Casos de cargas*** para la naturaleza de la cargas: *explotación* entrar el nombre de caso: ROTOR ClicBIzq en el botón **Nuevo**	Definición del nuevo caso de carga con la naturaleza: explotación, nombre: ROTOR *La finalidad de este caso de carga es modelar el funcionemiento de la máquina ubicada en el pórtico para considerar su peso y la fuerza de vibración en el análisis harmónico.*
Carga / Definición de cargas	Muestra del cuadro de diálogo de definición de cargas
Ficha *Nudo* *Fuerza nodal*	Muestra del cuadro de diálogo de definición de carga por fuerza nodal.
Entrar*:* *FZ* = -0,5 (kN) **Añadir**	Definición de la fuerza nodal. Esta carga será utilizada en el análisis armónico como carga debida a las vibraciones impuestas.
ClicBIzq en el campo *Aplicar a*	Selección de los nudos estructura en los que se definirán las fuerzas nodales
Pasar en la pantalla gráfica; Manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón seleccionar por ventana cuatro nudos centrales en el plano superior del pórtico	En el campo *Aplicar a* se entrara la lista de los nudos seleccionados: 6 7 10 11
Aplicar	Las fuerzas definidas se aplicarán a los nudos seleccionados en la estructura.

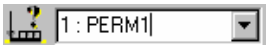
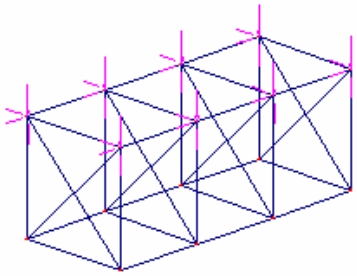
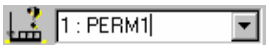
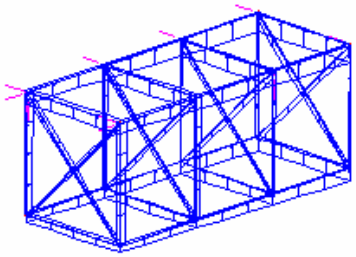


Ficha *Peso y masa*	Paso en la ficha de definición de cargas por peso propio y por fuerzas de inercia
Masas agregadas – nodales	Muestra del cuadro de diálogo de definición de masas agregadas
Entrar los *Valores del peso (kG):* *X* = 0 *Y* = 0 *Z* = 200 *Aplicar a todos los casos* **Añadir**	Definición de masas nodales con el peso 200 kG para la dirección de libertad Z. Las masas se definen sólo para el caso actual.
ClicBIzq en el campo *Aplicar a*	Selección de los nudos de la estructura en los que se definirán las masas nodales
Pasar en la pantalla gráfica; Manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón seleccionar por ventana cuatro nudos centrales en el plano superior del pórtico	En el campo *Aplicar a* se entrara la lista de los nudos seleccionados: 6 7 10 11
Aplicar, **Cerrar**	Las masas definidas serán asignadas a los nudos seleccionados de la estructura; Cierre del cuadro de diálogo ***Cargas***.
Análisis / Tipos de análisis	Abre el cuadro de diálogo ***Opciones de cálculo***
En el cuadro de diálogo, en la lista de casos, seleccionar (ClicBIzq) el caso: 4 ROTOR	Selección del caso activo

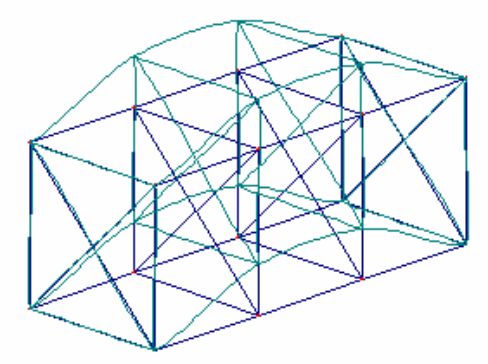
Cambiar el tipo de análisis	Abre el cuadro de diálogo ***Cambiar el tipo de análisis***
Análisis armónico **OK**	Cambo del tipo de análisis del caso 4 en análisis armónico. Abre el cuadro de diálogo ***Parámetros del análisis armónico***.
Frecuencia entrar: 20 (Hz) **OK**	Definición de los parámetros del análisis armónico. Validación de los parámetros y cierre del cuadro de diálogo.
Definir nuevo caso	Abre el cuadro de diálogo ***Definición de un nuevo caso***
Modal **OK**	Selección del análisis modal
OK	Validación de los parámetros por defecto del análisis modal y cierre del cuadro de diálogo
Cerrar	Cierre del cuadro de diálogo ***Opciones de cálculo***
Cargas / Tabla - masas	Abre la tabla de masas agregadas
ClicBIzq en la primera columna para definir la masa FZ=200(kG) 	Cambio del caso al que están asignadas las masas agregadas. *Las masas pueden ser asignadas a un caso simple o a todos los casos estáticos o dinámicos*.
Cambiar en la lista seleccionando la posición: ***dinámicos***  {Enter}	Selección de la asignación de la masa a todos los casos dinómicos, en el ejemplo, son los análisis: armónico y modal.
ClicBIzq en la ficha de la tabla *Valores*	Paso en la ficha *Valores*, comprobación de la definición de masas agregadas.
en la tabla de masas	Cierre de la tabla *Masas agregadas*.
Cargas / Combinaciones	Abre el cuadro de diálogo ***Definición / Modificación de combinación***
OK en la ventana de definición de parámetros de la combinación	Validación de los parámetros de la combinación. Abre el cuadro de diálogo ***Combinación***.

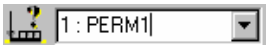
Seleccionar el caso 1 en la *Lista de casos*, entrar el valor del coeficiente en el campo *auto*	Definición de casos y de los coeficientes de la combinación. *Nota: Si en el el campo el coeficiente sique siendo "auto", el coeficiente de combinación se tomará automáticamente según la norma seleccionada en las preferencias del proyecto.*
ClicBIzq > para el caso seleccionado, luego repetir la selección para el caso número 2 y 3. **Aplicar**	*Definición de la combinación de casos 1+2+3, como en el dibujo a continuación* 
Nueva	Definición de una combinación nueva.
OK en la ventana de definición de parámetros de la combinación	Validación de los parámetros de la combinación. Abre el cuadro de diálogo ***Combinación***.
Seleccionar los casos y trasladarlos en la definición de la combinación > para los casos 1, 2 y 4 **Aplicar**	Definición de la combinación de casos 1+2+4

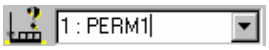
9.11.2. Cálculos y análisis de resultados

ClicBIzq en el campo de selección de pantallas del sistema ***Robot Millennium*** **Resultados / Resultados**	Inicio de los cálculos para la estructura definida. Después de los cálculos aparecerá la pantalla **RESULTADOS** del sistema ***Robot Millennium***. La pantalla se dividirá en tres partes: zona gráfica conteniendo el modelo de la estructura, el cuadro de diálogo ***Diagramas*** y tabla presentando los valores de reacciones.
ClicBDer, *Atributos*	Abre el cuadro de diálogo de selección de parámetros de visibilidad de los atributos de la estructura
ClicBIzq, ficha *Cargas*	Paso en la ficha de opciones de presentación de las cargas
Fuerzas generadas automáticamente **OK**	Desactivación de la presentación de las fuerzas generadas automáticamente para ciertos tipos de cargas
En la barra de selección superior  seleccionar 2: PERM2	Selección del caso de carga actual, están visibles las fuerzas nodales generadas automáticamente para las masas agregadas en las cargas por fuerzas de inercia en el movimiento lineal. 
En la barra de selección superior  seleccionar 3: TRANSPORT	Selección del caso de carga actual, están visibles las fuerzas lineales y nodales generadas automáticamente para las masas agregadas y barras en las cargas por fuerzas de inercia en el movimiento rotativo. 
ClicBIzq en la barra de estado (inferior)	Restablecimiento del conjunto de parámetros por defecto de la visiibilidad de la estructura

selección de la ficha *Deformación* en la ventana ***Diagramas*** desactivación de la opció *Deformación*	Selección de la presentación de la deformación de la estructura para el caso de carga seleccionado
ClicBIzq en el botón **Aplicar**	Presentación de la deformaciónde la estructura (dibujo a continuación); De manera semejante se puede representar los diagramas de los otros valores disponibles en el cuadro de diálogo ***Diagramas***



Desactivación de la opción *Deformación* en el cuadro de diálogo ***Diagramas***, **Aplicar**	
Resultados / Tensiones	Abre la tabla de resultados *Tensiones*
En la barra de selección superior  entrar 6 y 7 {Enter}	Selección de la combinación 6 y 7 como el caso actual en la tabla
ClicBDer en la tabla *Columnas*	Muestra deel cuadro de diálogo ***Selección de los valores para barras*** en el menú contextual de la tabla
Desactivar las tensiones: ☐ *axiales* ☐ *de flexión* **OK**	Desactivación de las columna de la tabla presentando los resultados de las tensiones debidas a los axiles y a la flexión simple. Cierre del cuadro de diálogo de definición de parámetros.
En la tabla, ClicBIzq en la ficha *Extremos globales*	Paso en la ficha de presentación de valores máximos y mínimos para los valores y las selecciones efectuadas en la tabla
☒ en la tabla de tensiones	Cierre de la tabla *Tensiones*

Resultados / Avanzados / Modos propios	Abre la tabla de resultados *Resultados dinámicos*
En la barra de selección superior  seleccionar el caso 5: Modal	Selección del caso de análisis modal *Come puede constatarlo , la frecuencia de la excitación harmónica (20 Hz) no causa resonancia con los valores de frecuencia de modos propios.*
en la tabla de tensiones	Cierre de la tabla *Resultados dinámicos*.